Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg
Direktor: Prof. Dr. W. Kley

ZUR STANDARDISIERUNG DER KALORISCHEN, PERROTATORISCHEN UND POSTROTATORISCHEN VESTIBULARISREAKTION BEI 10284 PATIENTEN

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Stefan Schaller
aus Dortmund

Würzburg, den 5. Oktober 1981

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg
Direktor: Prof. Dr. W. Kley

ZUR STANDARDISIERUNG DER KALORISCHEN, PERROTATORISCHEN UND POSTROTATORISCHEN VESTIBULARISREAKTION BEI 10284 PATIENTEN

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Stefan Schaller
aus Dortmund

Würzburg, den 5. Oktober 1981

Referent:	Prof. Dr. med. C.F. Claussen
Korreferent:	Prof. Dr. med. W. Kley
Dekan:	Prof. Dr. med. K.-A. Bushe

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0057

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	EINLEITUNG	1
II.	METHODEN UND MATERIAL	3
	1. Elektronystagmographie	3
	2. Kalorisation und Schmetterlingskalorigramm	7
	3. Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)	11
	a) Perrotatorische Prüfung	11
	b) Postrotatorische Prüfung	14
	c) Das RIDT-Schema	15
	4. Anamnese NODEC	16
	5. Aufbau der Datenbank NODEC III	19
	6. Statistische Verfahren	21
III.	ERGEBNISSE	23
	A. Statistische Ergebnisse	24
	1. Gesamtkollektiv	24
	2. Sogenanntes Normalkollektiv und Altersverteilung	24
	3. Geschlechtsverteilung, Größe und Körpergewicht	27
	B. Parameterbezogene Ergebnisse von Teilkollektiven	28
	1. Zentrale Nystagmusfrequenz	28
	2. Das Schmetterlingsmuster	30
	3. Kumulationslatenz	32
	4. Perrotatorische Frequenz	33
	5. Perrotatorische Kumulation	34
	6. Postrotatorische Schlagsumme	35
	7. Steigung der postrotatorischen Kennlinien	36
	8. Das RIDT-Muster	37
IV.	DISKUSSION	39
	1. Supraliminale Vestibularistests und Direktionsparameter aus der Sicht verschiedener Autoren	39
	2. Die Wertung der Nystagmusanalyse NODEC III	57

Seite

V. ZUSAMMENFASSUNG 59

VI. ANHANG : Tabellenverzeichnis 61

VII. LITERATURVERZEICHNIS 95

I. EINLEITUNG

In letzter Zeit gewinnt die Krankheitsempfindung Schwindel immer mehr an sozialer und arbeitsmedizinischer Bedeutung. Entscheidenden Einfluß auf diese Entwicklung haben u.a. die Alterung der Bevölkerung und spezielle Vorsorgevorschriften. Daher wird auch das ärztliche Verlangen nach einheitlicher objektiver Untersuchung des Schwindelpatienten und Aufstellung repräsentativer Normbereiche für die Untersuchungsergebnisse zwecks Diagnosefindung und adäquater Therapiemöglichkeit immer dringlicher.
Der Schwindel als Urkrankheit des Menschen ist seit Alters her bekannt durch seine direkt vom Patienten beobachteten qualitativen Zeichen wie z.B. Schweißausbruch, Erbrechen und Kollaps. Empfindungen wie Liftgefühl, Drehung und Schwankung des Raumes oder um die eigene Achse, Übelkeit und Fallneigung sind anamnestisch eruierbar. Seit ca. 100 Jahren wird im Bereich der Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik versucht, durch konstante, von Ort und Untersucher unabhängige, Testbedingungen im Rahmen kalorischer und rotatorischer Tests aus dieser qualitativen und subjektiven Symptomatik des Patienten objektive und quantitative Parameter zu gewinnen.
Die elektronystagmographische Registrierung und Aufzeichnung der Augenbewegungen ist vielseitig anwendbar, unblutig und reproduzierbar. Sie dürfte zur Zeit wohl auch die ausgereifteste Methode zur Beurteilung peripherer und zentraler Störungen der Vestibularisfunktion sein. Hierbei ergibt die vom und am Patienten anamnestisch, morphologisch und durch äquilibriometrische Tests gewonnene Information durch messende, zählende und vergleichende Auswertung ein repräsentatives Gesamtmuster seiner Gleichgewichtsfunktion. Die Teiltestergebnisse aus kalorischer, perrotatorischer und postrotatorischer Vestibularisprüfung werden hierbei geometrisch durch Kennlinienschemata, wie z.B. Vestibularis-Schmetterling oder RIDT-Schema, zusammengefaßt. Dem Untersucher wird dadurch eine schnelle visuelle Benutzung für den klinischen Einzelfall ermöglicht. Zusätzlich erfolgt die Teiltestsynopsis arithmetisch in trinärer bzw. ternärer Kodierung, d.h. z.B. als Schmetterlings- oder RIDT-Formel, um ein größeres Kollektiv statistisch auswerten zu können. Voraussetzung für diese individuelle Teiltestnormierung ist natürlich eine Standardisierung der Patientenreaktion und der Testdurchführung. Nur unter diesen Bedingungen können repräsentative Parameter gewonnen werden. Durch

Analyse dieser Parameter und deren kennlinientechnische Synopsis lassen sich Normbänder mit darunterliegender Zone der Hemmung und darüberliegender Zone der Enthemmung finden.
"Es gilt der Physiognomie von Gesamtreaktionen durch Abbildungsmethoden habhaft zu werden !" (CLAUSSEN).
Wie man sieht, hat sich die klinische Diagnostik vom qualitativen, direkt am Patienten beobachteten Zeichen zur quantitativen Parameteranalyse von objektiven Reaktionsaufzeichnungen verschoben. Ermöglicht und entscheidend beeinflußt wurde diese Entwicklung erst durch Einführung der Elektronystagmographie. Mit dieser Methode können Kollektive neurootologischer Patienten untersucht und ausgewertet werden. Die erhaltenen Normbereiche ergänzen den intraindividuellen momentanen Seitenvergleich bzw. den sequentiellen Verlaufsvergleich durch den äußeren Maßstab einer interindividuellen statistischen Norm. Sie dienen der Diagnosefindung bzw. der Differentialdiagnostik von Schwindelleiden. Somit stellen sie eine wesentliche Basis für den Schritt in Richtung der konservativen Therapie und der Prognosestellung dar.
Im folgenden werden einige ohrenärztliche Untersuchungsmethoden und das umfangreiche statistische Material der neurootologischen Datenbanken NODEC I, II und III aus der Untersuchung von 10 284 Patienten vorgestellt. Es werden die Ergebnisse aus der eigenen Untersuchung genannt und mit fremden Ergebnissen verglichen.
Das als Anhang gebotene Tabellenwerk soll dem fachlich interessierten Kollegen eine rasche Orientierung über neurootologische Daten ermöglichen.

II. METHODEN UND MATERIAL

Im folgenden möchte ich kurz auf die Elektronystagmographie als vielseitig anwendbare Methode zur Aufzeichnung von Augenbewegungen eingehen. Kalorische, per- und postrotatorische Untersuchungsverfahren zur Prüfung der Gleichgewichtsfunktion, speziell des vestibulo-okulären Systems, mit praktischer Anwendung der Elektronystagmographie werden vorgestellt, ebenso das Untersuchungsmaterial und dessen statistische Auswertung. Ziel dabei bleibt, Normbereiche für die gefundenen quantitativen Parameter aufzustellen, die dem neurootologisch tätigen Arzt ergänzend zu anderen Untersuchungen für Schwindelpatienten die Diagnosestellung erleichtern.

1. Elektronystagmographie

Durch jede fachärztliche Untersuchung wird willkürlich ein Meßsystem aus der komplexen Gesamtheit des menschlichen Organismus herausgegriffen und durch geeignete objektive Tests analysiert, um letztendlich nach Diagnosestellung der Therapie zugeführt werden zu können. Ein solches Meßsystem ist das vestibulo-okuläre sensomotorische System. Seine Prüfung und Auswertung erfolgt durch neurootologische Untersuchungsmethoden mittels Elektronystagmographie und soll Gegenstand unserer Betrachtung sein.
Wie Abb. 1 und 2 zeigen, setzt sich der Untersuchungsgang aus einzelnen Teilschritten zusammen, auf die wir hier näher eingehen möchten.
Ursache einer jeden Reaktion ist ein Stimulus. Stimulus der vestibulo-okulären Reaktion ist normalerweise eine Kopf- oder Körperdrehung. Eine solche Drehung wird z.B. im per- oder postrotatorischen Test ausgeführt. Die gleiche Reaktion läßt sich jedoch auch durch unphysiologische Stimuli, wie z.B. thermische Reize im Rahmen der kalorischen Vestibularistests, erzielen. Auf beide Tests soll später noch eingegangen werden.
Rezeptor für vestibuläre Stimuli ist das Innenohr. Schwerpunkt des Interesses ist bei den kalorischen und rotatorischen Tests speziell der laterale Bogengang. Hier bewirken die oben genannten Stimuli eine Dichte- oder Trägheitsströmung der Endolymphe im häutigen Bogengangsschlauch, durch welche die Cupula im Bogengang tangential ausgelenkt wird (MACH und BREUER 1873/74). Hierbei unterscheidet man eine ampullopetale von einer ampullofugalen Auslenkung.

Schmetterlingstest

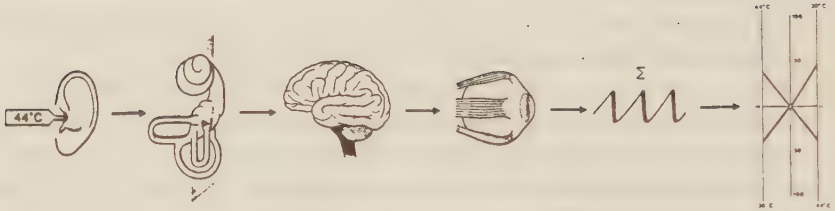


Abb. 1) Informationsflußdiagramm der kalorischen Vestibularisprüfung mit Reaktionskennlinienauswertung.

Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test

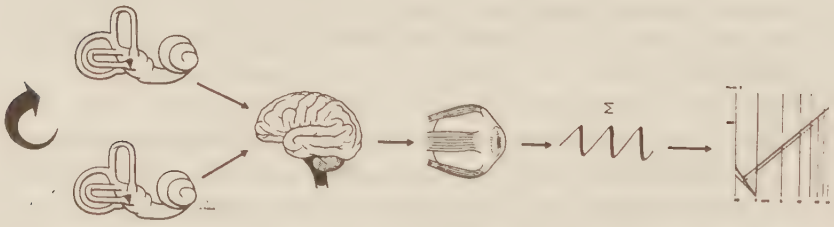


Abb. 2) Informationsflußdiagramm des rotatorischen Intensitäts-Dämpfungs-Tests (RIDT) mit Reaktionskennlinienauswertung.

Der physikalische Beschleunigungswert der Cupula wird durch die Haarzellen in den vestibulären Sinnesendstellen in Impulszüge, sogenannte trains of spikes, umgewandelt. Aus mechanischer Energie entsteht also elektrische. Utriculopetale Cupulaauslenkung verursacht dabei im lateralen Bogengang eine Frequenzerhöhung dieser trains of spikes, utriculofugale Cupulaauslenkung eine Frequenzabnahme. Für die vertikalen Bogengänge sind die Verhältnisse genau umgekehrt. Die Nystagmusreaktion auf die einzelnen monauralen oder binauralen Stimuli soll später besprochen werden.

Die Information über die lokale Frequenzänderung der Impulszüge wird über den VIII. Hirnnerven dem Gehirn zugeleitet. Auf Informationsverarbeitung im ZNS, speziell in der Formatio reticularis, möchten wir nicht eingehen. Hier sei nur auf die ausführlichen Darstellungen von BARANY, LANG, ESTELRRICH, BARTUAL und LORENTE DE NO verwiesen.

Erfolgsorgan auf vestibuläre Stimuli im Interesse des Neurootologen ist das Auge. Dieses antwortet mit einer direkt beobachtbaren Nystagmusreaktion, die vom Augenbulbus abgeleitet und mittels Elektronystagmographiegerät aufgezeichnet werden kann. Bereits 1922 beschrieb E.SCHOTT in Köln die Registrierung des Nystagmus mittels Saitengalvanometer.

Das Auge besitzt die Eigenschaft eines elektrischen Dipols mit negativ geladener Retina und positiv geladener Cornea. In der Annahme, daß sich diese Dipoleigenschaft während der Aufzeichnung nicht ändert, kann man nun nach international gebräuchlichem Schema (Abb. 3) seitlich sowie über und unter den Augen Hautelektroden anbringen. Verschiebungen des okulären Dipols durch Augenbewegungen verursachen Potentialänderungen des zwischen den Elektroden fließenden Stromes. Diese werden mittels Verstärkertechnik elektronystagmographisch aufgezeichnet und können dann in Ruhe ausgewertet werden. Über die Auswahl der Elektroden und die technischen Besonderheiten der gebräuchlichen Elektronystagmographiegeräte sei auf die Ausführungen von CLAUSSEN, HENNING und HORTMANN hingewiesen. Genauer eingehen möchten wir auf das Nystagmussignal selbst.

Jeder auf die Augenmuskeln wirkende motorische Nervenimpuls ist in der Lage, eine Augenbulbusbewegung zu verursachen, eine in Gang befindliche Bewegung abzubrechen oder eine Bewegung durch eine schnellere entgegengesetzt gerichtete abzulösen. Die Auslenkung des Bulbus aus der Augenmittellage und dessen schnelle Zurückführung bezeichnet man als Nystagmusschlag. Bei der elektronystagmographischen Aufzeichnung eines solchen Nystagmusschlages gegen die Zeit bilden die schnelle und langsame Phase der Augenbewegung die beiden

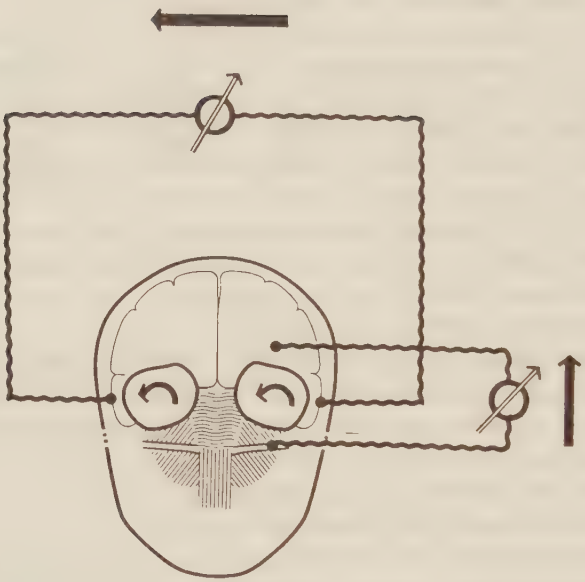


Abb. 3) International gebräuchliches Elektrodenlageschema zur simultanen Registrierung horizontaler und vertikaler Augenbewegungen mit einem 2-Kanal-ENG.

Schenkel eines Dreiecks, dessen Basis auf der Zeitachse liegt und der Nystagmusdauer entspricht. Der Winkel des schnellen Phasenschenkels mit der Basislinie ist stets größer als der des langsamen. Das Nystagmussignal besitzt also eine typische Dreiecksgestalt, an der es noch in weniger genauen Kurvenaufzeichnungen erkannt werden kann. Das Lot vom Gipfel des Dreiecks auf die Basislinie wird als Nystagmusamplitude bezeichnet. Definitionsgemäß soll die minimale Amplitude des Nystagmus 20 Mikrovolt entsprechen. Unter Berücksichtigung der Papiergeschwindigkeit und der geeichten Augenamplitude gibt der Winkel des schnellen Phasenschenkels mit der Basislinie die Geschwindigkeit der schnellen Phase an, der Winkel des langsamen Phasenschenkels mit der Basislinie gibt die Geschwindigkeit der langsamen Phase an. Da ein einzelner kalorischer Nystagmusschlag etwa 0,5 bis 1,5 Sekunden dauert, liegt die optimale Papiergeschwindigkeit bei 5 bis 15 Millimeter pro Sekunde. Entsprechend der Dipoleigenschaft des Auges führt eine Potentialverschiebung zum Positiven im Elektronystagmogramm zu einem Ausschlag nach oben, eine Potentialverschiebung zum Negativen zu einem Ausschlag nach unten. Die Nystagmusrichtung wird nach der Richtung der schnellen Phase der Augenbewegung bezeichnet. Hierbei ist in der Horizontalspur des Elektronystagmogramms die schnelle Phase beim rechtsschlägigen Nystagmus aufwärts gerichtet, beim linksschlägigen Nystagmus abwärts gerichtet. Der aufwärtsschlägige Nystagmus weist in der Vertikalspur des Elektronystagmogramms nach oben, der abwärtsschlägige nach unten. Die vier Nystagmusrichtungen sind also im Kurvenbild durch Mehrspur-ENG-Technik vektoriell nach horizotaler und vertikaler Komponente aufgeschlüsselt.
Nach diesen Anmerkungen zum Nystagmusschlag selbst möchten wir im folgenden auf die äquilibriometrischen Tests zur monauralen und binauralen Prüfung des vestibulo-okulären Systems und die Auswertung der somit gewonnenen Nystagmusschlagserien eingehen.

2. Kalorisation und Schmetterlingskalorigramm

Die monaurale kalorische Vestibularisprüfung wurde durch BARANY als neurootologische Untersuchungsmethode eingeführt. Im Zusammenhang mit der elektronystagmographischen Aufzeichnung der Nystagmusreaktionen und der quantitativen Auswertung der Reaktionsparameter stellt sie einen gewaltigen Fortschritt in der Diagnostik von Schwindelleiden und Erkrankungen des Vestibularappara-

tes dar. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß - im Gegensatz zur binauralen rotatorischen Prüfung - der rechte und linke Vestibularapparat einzeln und unabhängig voneinander auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft werden können. Auf den Erkenntnissen von MACH und BREUER basierend fand BARANY heraus, daß bei senkrecht aufgestelltem lateralen Bogengang eine Abkühlung oder Erwärmung dieses Bogengangschenkels eine unphysiologische Dichteströmung der Endolymphe hervorruft. Diese kommt durch thermische Änderung des spezifischen Gewichts der Endolymphe zustande und hat eine Cupulaauslenkung zur Folge. Wie bereits oben beschrieben führt dabei Erwärmung zu einer ampullopetalen Endolymphströmung und utriculopetalen Cupulaauslenkung. Diese verursacht eine Frequenzerhöhung der trains of spikes und damit einen Nystagmus zur gleichen Seite. Abkühlung des lateralen Bogenganges führt zu einer ampullofugalen Endolymphströmung und utriculofugalen Cupulaauslenkung. Diese verursacht eine Frequenzabnahme der trains of spikes und damit einen Nystagmus zur Gegenseite.

Um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen, bedarf es einer Standardisierung der Testdurchführung. Für den thermischen Stimulus gilt dabei, daß nicht allein seine Temperatur, sondern die zugeführte Energiemenge, d.h. die Kalorienzahl, Einfluß auf das Testergebnis hat. Auf den Zusammenhang zwischen angebotener Kalorienmenge und Reaktionsintensität der zentralen Nystagmusfrequenz haben bereits FORGACS und KOVACS 1964 sowie NIEDBALLA 1974 hingewiesen.

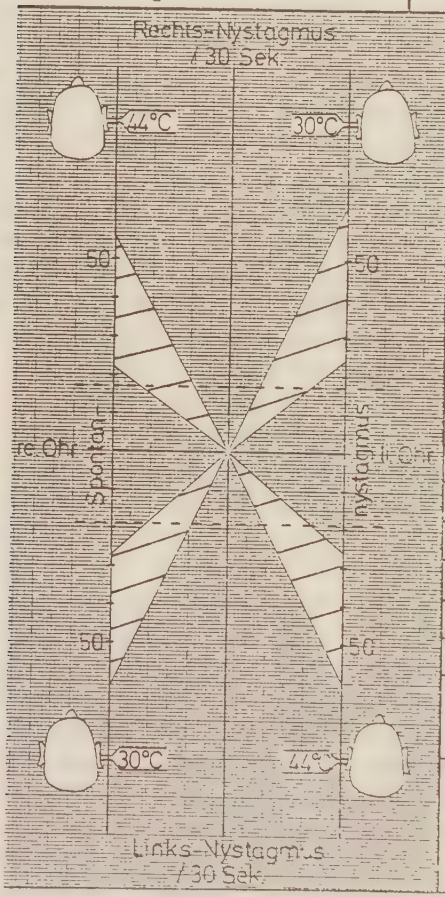
In unserem Kollektiv wird je 30 Sekunden lang gleichmäßig durch einen in den Gehörgang eingeführten Katheter mit 20 Milliliter 30° Celsius kaltem bzw. 44° Celsius warmem Wasser gespült. Der Spülkatheter wird vor dem Versuch an der Wange des Patienten angeklebt. Zur Vermeidung unerwünschter Nebenreaktionen, wie z.B. Kontraktion der Nackenmuskulatur, wird die aus dem Gehörgang herauslaufende Spülflüssigkeit in kleinen Plastiksäckchen aufgefangen. Während der Untersuchung befindet sich der Patient auf einer Liege. Diese ist um 30 Grad gegenüber der Horizontalen angehoben, sodaß seine lateralen Bogengänge möglichst senkrecht zu stehen kommen. Er hält die Augen geschlossen.

Vom Spülbeginn an wird die Nystagmusreaktion mindestens 3 Minuten lang elektronystagmographisch aufgezeichnet. Nach jeder Spülung wird eine Pause von mindestens 6 Minuten bis zur nächsten Spülung eingelegt. Wir beginnen mit der Warmspülung rechts und fahren fort mit Kaltspülung rechts, Warmspülung links und Kaltspülung links. Dabei beobachten wir jeweils die erste

postkalorische Reaktion.
Die Nystagmusschlagrichtung als erster auswertbarer Parameter ist bei entsprechender Lagerung des Patienten mit senkrecht aufgestellten lateralen Bogengängen von der Spültemperatur abhängig. Wir erwarten bei Warmspülung rechts einen Rechtsnystagmus, bei Kaltspülung rechts einen Linksnystagmus, bei Warmspülung links einen Linksnystagmus und bei Kaltspülung links einen Rechtsnystagmus.
Zur weiteren Auswertung werden die ENG-Kurven nun in 10-Sekunden-Intervalle unterteilt und die Nystagmusschläge jedes einzelnen Intervalls gezählt. Die drei zusammenhängenden Intervalle mit der höchsten Schlagrate bilden einen Kumulationsbereich von 30 Sekunden Dauer. Das über diese 30 Sekunden gemittelte Schlagratenmaximum wird als zentrale Nystagmusfrequenz bezeichnet. Sie repräsentiert die maximale Reaktionsdynamik des vestibulo-okulären Systems. Die Intensität des postkalorischen Nystagmussignals ist parabelartig verteilt. Seine Häufigkeit und Größe nehmen also bis zum im Kumulationsbereich liegenden Maximum zu und anschließend wieder ab. Der maximale Schlagratenzuwachs im Kumulationsbereich, d.h. die zentrale Nystagmusfrequenz, geht als Zahl und Kennlinie für die jeweils geprüfte Reaktion in das 1969 von CLAUSSEN entwickelte sogenannte Schmetterlingsvestibulogramm ein. Der dritte uns interessierende Parameter ist die kalorische Kumulationslatenz. Sie gibt die Zeit in Sekunden vom Stimulusbeginn bis zum Gipfel der Parabel, d.h. bis zum Schlagratenmaximum, an und findet ebenfalls Eingang in den Testbogen.
Der Vestibularistestbogen (Abb. 4) ist derart aufgebaut, daß auf der rechten Hälfte die Symbole für Nystagmusrichtung und die Zahlenwerte für zentrale Nystagmusfrequenz und Kumulationslatenz nach den vier kalorischen Reaktionen geordnet in Tabellen aufgeführt sind. Dieser Teil ist also für die quantitative numerische ENG-Auswertung und die messende Kontrolle gedacht. Die linke Hälfte enthält das synoptische Schmetterlingsschema, dessen vier Quadranten den Zahlenwert der entsprechenden kalorischen Reaktion geometrisch als Kennlinie aufnehmen. Dieses Schema repräsentiert also die dynamischen Funktionsparameter. Die linke Hälfte des Schmetterlings zeigt die Reaktionen des rechten Ohres, die rechte Hälfte die Reaktionen des linken Ohres. Die Reaktionen mit Rechtsnystagmus stehen oberhalb der Abszisse, die Reaktionen mit Linksnystagmus unterhalb der Abszisse. In jeden Quadranten ist der Normbereich der zentralen Nystagmusfrequenz für die entsprechende kalorische Reaktion vorgedruckt. Die Gegenüberstellung der patienteneigenen

NODEC III
Kalor. Nystagmus-Frequenz-Kennlinienschema
n Claussen

(Schmetterling 1)



Name:
Wohnung:
geb: untersucht

Spontaner Nystagmus

Lage	Nystagmus Richt	Nystagmus Koord	zentr. Frequenz
Kalor Posit			

Kalorischer Nystagmus

Stimulus	Nystagmus Richt	Nystagmus Koord	zentr. Frequ	Kumulation
re 44°				
re 30°				
li 44°				
li 30°				

Nyst.-Signal-Qualität:

Diagnose:

Form Nr. 11F

Abb. 4) Kennlinien-Schmetterling No.1 des Systems NODEC III

Reaktionskennlinie mit dem Normbereich ermöglicht einen interindividuellen Vergleich. Im klinischen Einzelfall erlaubt die graphische Synopsis eine rasche visuelle Orientierung.
Im kalorischen Nystagmus-Frequenz-Kennlinienschema nach CLAUSSEN stehen also Bild und Zahl einander sinnvoll ergänzend gegenüber.
Durch trinäre algebraische Kodierung aller denkbaren Schmetterlingsmuster in Bezug auf den Normbereich werden diese einer umfassenden Auswertung für statistische Zwecke zugänglich. Darauf soll später noch genauer eingegangen werden.

3. Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

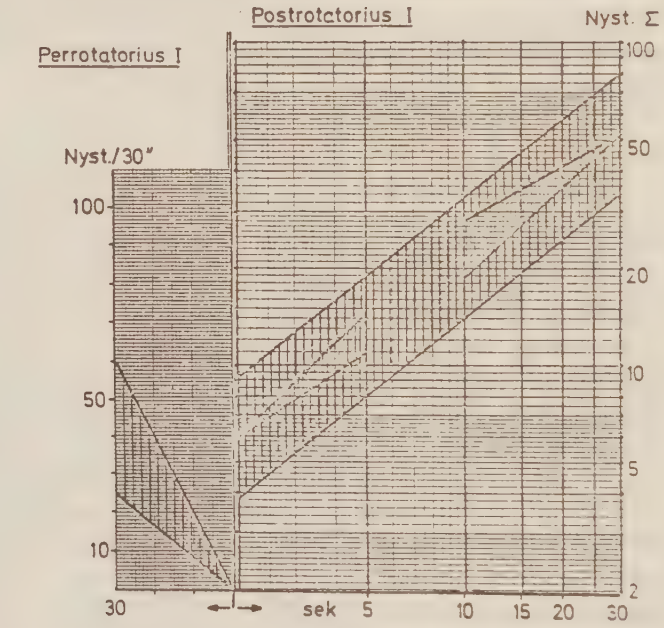
Wie die kalorische Prüfung dient auch der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test der Untersuchung des vestibulo-okulären Systems (Abb. 2). Allerdings werden die Rezeptoren in den lateralen Bogengängen binaural, d.h. beidseits gleichzeitig, gereizt, wodurch eine so eindeutige Seitenzuordnung des Reaktionsergebnisses wie beim kalorischen Test nicht mehr möglich ist. Der Vorteil des RIDT liegt in einer exakteren Dosierung des Beschleunigungsstimulus bei Benutzung eines linear programmierbaren Drehstuhles vom Typ Dr. TÖNNIES, STILLE-WERNER o.a. Außerdem können auch weniger kooperative Patienten, wie z.B. Kleinkinder oder geistig Behinderte, die der belastenderen kalorischen Prüfung nicht mehr zugänglich sind, mit dieser Methode noch untersucht werden. Die Reaktionsdynamik der aus per- und postrotatorischem Teiltest gewonnenen Nystagmusschlagraten wird mittels L-Schema abgebildet (Abb. 5).

a) Perrotatorische Prüfung

Zur Untersuchung schließt der Patient die Augen. Der Versuchsraum wird abgedunkelt. Der Patient sitzt mit 30 Grad anteflektiertem Haupt auf dem Drehstuhl. Mit dieser Haltung werden die lateralen Bogengänge möglichst waagerecht gestellt.
Während im kalorischen Test ein sich langsam verstärkender thermischer Reiz ausgeübt wird, findet im Rahmen des RIDT ein genau abmessbarer stufenförmiger Beschleunigungsstimulus Anwendung. Dieser ist perrotatorisch supraliminal, d.h. oberhalb des Schwellenwertes und unterhalb der Diskriminationsgrenze des Rezeptors gelegen. Beide Innenohrrezeptoren werden gleichzeitig angesprochen.

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Neurootologie

Rotatorischer Intensitäts – Dämpfungs – Test (RIDT) nach Dr. C. F. Claussen



NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)			Linksgerichtet (———)		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius						
Postrotatorius						
0. – 5. Sek.						
6. – 10. "						
11. – 15. "						
16. – 20. "						
21. – 25. "						
26. – 30. "						
Spontannystagmus						

Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

P A T. - A K T E

Druck: Benker, Würzburg Univ. Kopfklinikum Würzburg - 10.000 HNO 39 e.c.

Abb. 5) Klinischer RIDT-Auswertebogen

Als Stimulus für die perrotatorische Prüfung unseres Kollektivs verwenden wir eine lineare Beschleunigung von 3°pro Sekunde² während einer Applikationsdauer von 30 Sekunden. Dieser Stimulus ist eindeutig reproduzierbar und Voraussetzung für eine Teststandardisierung.
Während der perrotatorischen Drehbeschleunigung findet in beiden lateralen Bogengängen eine Endolymphströmung statt. Im Gegensatz zur Dichteströmung des kalorischen Tests handelt es sich hier jedoch um eine Trägheitsströmung. Dabei strömt die Endolymphe des in Drehrichtung bewegten lateralen Bogenganges ampullopetal und lenkt die Cupula utriculopetal aus. Somit entsteht eine Frequenzerhöhung der trains of spikes, welche einen Nystagmus zur gleichen Seite nach sich zieht. Im gegenseitigen in Drehrichtung nachrückenden lateralen Bogengang strömt die Endolymphe ampullofugal und lenkt die Cupula utriculofugal aus. Hier entsteht eine Frequenzminderung der trains of spikes, die einen Nystagmus zur Gegenseite nach sich zieht. Beide Bogengangsrezeptoren arbeiten bezüglich ihrer Informationsproduktion während der Perrotation synergistisch. Bei Rechtsdrehung erwartet man also einen Rechtsnystagmus, bei Linksdrehung einen Linksnystagmus.
Wie der Stimulus, so ist auch die Nystagmusreaktion quantitativ meßbar und standardisierbar. Sie kann deshalb zur objektiven Beurteilung der Gleichgewichtsfunktion mit herangezogen werden.
Das Schlagratenmuster der perrotatorischen Nystagmusreaktion zeigt eine parabelförmige Verteilung mit Kumulationsbereich. Zur Auswertung verwenden wir die Schlagratensumme der ersten perrotatorischen Phase während 30 Sekunden im Kumulationsbereich, d.h. die perrotatorische Frequenz der Rechts- und Linksdrehung. Diese wird sowohl als Zahl als auch als Kennlinie in den perrotatorischen Quadranten des RIDT-Testbogens nach CLAUSSEN (Abb. 5) eingetragen. Die Abszisse des Quadranten - mit Laufrichtung nach links ! - entspricht dabei der Auswertezeit von 30 Sekunden, die Ordinatenparallele der Anzahl der ausgezählten Nystagmusschläge. Die Verbindungslinie des Schlagratenpunktes mit dem Ursprung ergibt die Kennlinie der perrotatorischen Frequenz der jeweiligen Drehrichtung. Außerdem findet die perrotatorische Kumulation, d.h. die Schlagsumme der Nystagmusreaktion vom Stimulusbeginn bis zum Häufigkeitsgipfel im Kumulationsbereich des parabelförmigen Schlagratenmusters, Eingang in den numerischen Teil des RIDT-Testbogens.

b) Postrotatorische Prüfung

Die postrotatorische Prüfung im RIDT schließt direkt an die perrotatorische Prüfung an. Nachdem der Patient perrotatorisch auf eine Endgeschwindigkeit von 90 Grad pro Sekunde angedreht wurde, wird diese über mindestens 3 Minuten konstant beibehalten. Interferenzen zwischen per- und postrotatorischem Nystagmus werden dadurch vermieden. Anschließend wird die Drehung innerhalb einer Drittelsekunde abrupt gestoppt. Hierdurch wird in beiden waagerecht stehenden lateralen Bogengängen eine Trägheitsströmung der Endolymphe in der ursprünglichen Drehrichtung erzeugt. Die Endolymphe des in Drehrichtung vorangehenden Bogenganges strömt dabei nach Anhalten ampullofugal weiter und lenkt die Cupula utriculofugal aus. Es resultiert eine Frequenzabnahme der trains of spikes mit einem Nystagmus zur Gegenseite. Die Endolymphe des in Drehrichtung nachfolgenden Bogenganges strömt nach Anhalten ampullopetal weiter und lenkt die Cupula utriculopetal aus. Es resultiert eine Frequenzzunahme der trains of spikes mit einem Nystagmus zur gleichen Seite. Bezüglich ihrer Informationsproduktion zeigen beide Bogengangsrezeptoren auch in der postrotatorischen Reaktion ein synergistisches Wirken. Für die praktische Durchführung der postrotatorischen Prüfung bedeutet das, daß wir nach Anhalten aus der Linksdrehung einen postrotatorischen Rechtsnystagmus und nach Anhalten aus der Rechtsdrehung einen postrotatorischen Linksnystagmus erwarten dürfen.

Der abrupte Abbruch der Drehung erzeugt im Innenohr einen nadelförmigen Beschleunigungsimpuls von ca. 270 Grad pro Sekunde^2, der deutlich supramaximal, d.h. oberhalb der oberen Beschleunigungsdiskriminationsgrenze von 180 Grad pro Sekunde^2, liegt (CLAUSSEN).

Im Verlauf der ersten postrotatorischen Phase nehmen Amplitude und Frequenz der Nystagmusreaktion ab. Die Intensität des Schlagratenmusters zeigt einen hyperbelförmig abschwingenden Verlauf entsprechend einer Dämpfungsfunktion. Daher differiert die Kennlinienauswertung der postrotatorischen Nystagmusreaktion von der kalorischen oder perrotatorischen Auswertung. Zur Aufzeichnung unserer Ergebnisse findet wieder der von CLAUSSEN empirisch entwickelte RIDT-Bogen Verwendung. Hierzu wird die postrotatorische Nystagmusschlagserie vom Drehungsstopp beginnend in 5-Sekundenintervalle unterteilt. Die Nystagmusschläge eines jeden Intervalls werden ausgezählt und die Schlagsummen der einzelnen Intervalle fortlaufend addiert. So erhält man für jede der beiden Schlagrichtungen bis zur 30. Sekunde 6 Werte, aus denen sich das postrotatorische Schlagsummenintegral zusammensetzt. Diese 6 Werte für jede Schlag-

richtung werden sowohl in den numerischen Tabellenteil als auch in den postrotatorischen Quadranten eingetragen. Die Abszisse dieses Quadranten enthält die Beobachtungszeit von 30 Sekunden in doppeltlogarithmischer Auftragung, die Ordinatenparallele die Nystagmusschlagsumme. Auf diese Weise ist es möglich, die 6 in das Schema übertragenen Werte als Kennlinie miteinander zu verbinden. Es sei noch erwähnt, daß besonders bei fortgeschrittener Beobachtungszeit Abweichungen der übertragenen Punkte von der Kennlinie auftreten können. In solchen Fällen ist man gezwungen eine Kennlinie mit bestmöglicher Deckung zu finden. Außerdem laufen beide Kennlinien nicht durch den Ursprung des Quadranten, da es sich um ein logarithmisches System handelt. Sie haben eine charakteristische Lage und Steigung im postrotatorischen Schema. Dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von den kalorischen und perrotatorischen Kennlinien.

c) Das RIDT-Schema

Da per- und postrotatorische Prüfung in der klinischen Praxis kombiniert durchgeführt werden, werden auch die Untersuchungsergebnisse auf einem gemeinsamen Testbogen untergebracht (Abb. 5). Der RIDT-Bogen nach CLAUSSEN, ist derart aufgebaut, daß im unteren numerischen Tabellenteil die Zahlenwerte für die perrotatorische Frequenz und Kumulation sowie für die postrotatorischen Schlagsummen nach Nystagmusschlagrichtung geordnet Eingang finden. Dieser Teil dient also der quantitativen ENG-Auswertung und der messenden Kontrolle. Der obere Teil dient der graphischen Synopsis. Er beinhaltet links den perrotatorischen und rechts den postrotatorischen Quadranten, welche durch eine gemeinsame Ordinate verbunden sind. Die beiden perrotatorischen Kennlinien werden also links und die beiden postrotatorischen Kennlinien rechts abgebildet. Durch Verlängerung der postrotatorischen Kennlinien über die Ordinate hinaus bis zum Schnittpunkt mit der perrotatorischen Kennlinie mit gleichgerichtetem Nystagmus entsteht die Form eines umgekehrten großen "L". Diese L-förmige Kennlinienkonfiguration erleichtert die rasche visuelle Orientierung am patienteneigenen Kennlinienmuster in der klinischen Routine.

In beiden Quadranten sind die Normbereiche für per- und postrotatorische Reaktion vorgedruckt. Durch Gegenüberstellung der patienteneigenen Kennlinie mit dem Normbereich wird dem behandelnden Arzt ein interindividueller Vergleich ermöglicht. Wie auf dem kalorischen Testbogen, so stehen auch auf dem RIDT-Bogen Bild und Zahl einander sinnvoll ergänzend gegenüber.

Wie die Schmetterlingsmuster, so lassen sich auch die L-förmigen RIDT-Muster durch ternäre algebraische Kodierung aller möglichen Muster bezüglich ihres Normbereiches darstellen. Dadurch werden sie einer umfassenden statistischen Auswertung zugänglich. Diese soll später noch Gegenstand unserer Betrachtung sein.

4. Anamnese NODEC

In den vorausgegangenen Kapiteln werden apparative neurootologische Untersuchungsmethoden dargestellt. Ziel dieser Arbeit soll es sein, mit Hilfe der aus diesen Untersuchungen gewonnenen Parameter repräsentative Normbereiche aufzustellen. Da jedoch jeder ärztlichen Untersuchung ein Gespräch mit dem Patienten vorausgehen sollte, möchten wir es nicht versäumen, kurz auf die spezielle neurootologische Anamnese einzugehen.
Für unser Kollektiv von 10 284 neurootologisch untersuchten Patienten aus den Jahren 1969 bis 1980 haben wir teilweise den Anamneseerhebungsbogen nach CLAUSSEN verwendet (Abb. 6). Dieser ist durch die gestraffte Form leicht überschaubar und führt den Untersucher während der Befragung des Patienten. So wird der Untersuchungsgang einerseits zeitlich verkürzt, andererseits werden keine wichtigen Details versehentlich vergessen. Außerdem ist die Anamnese durch das vorgedruckte Schema standardisierbar und damit jederzeit reproduzierbar. Heutige anamnestische Angaben können zur Verlaufskontrolle mit früheren verglichen werden, da der Untersuchungsgang vom Untersucher selbst weitgehend unabhängig ist.
Der Bogen enthält Angaben über internmedizinische, neurootologische und übrige Leiden. 55% der Patienten sind männlichen, 45% weiblichen Geschlechts. Da es Schwindelbeschwerden sind, die den Patienten zur neurootologischen Untersuchung führen, wird natürlich zuerst nach diesen gefragt. Dabei geben unsere Patienten für die Schwindelsymptome folgende Häufigkeiten an:

Schwankschwindel	35 %
Liftgefühl	5 %
Drehgefühl	33 %
Fallneigung	21 %
Schwarz-werden-vor-Augen	18 %
Unsicherheit	34 %

NODEC III
Spezielle neurootologische Anamnese

Name: _____ Beruf: _____ Geburtsdatum _____

Wohnung: _____ Untersuchungsdatum: _____

1) Schwindelsymptome:
a) Schwankschwindel ( )
b) Liftgefühl ( )
c) Drehgefühl ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
d) Fallneigung ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
e) Schwarz-Werden-vor-Augen ( )
f) Unsicherheit ( )

2) Vegetative Symptome:
a) Schweißausbruch ( )
b) Übelkeit ( )
c) Würgen ( )
d) Erbrechen ( )
e) Kollaps ( )

3) Schwindelauslösung:
a) Kinetose -Schiff, Flugzeug, Bahn, Auto- ( )
b) Kopfdrehen ( )
c) Bücken ( )
d) Aufstehen ( )
e) Blickwendung ( )

4) Dauer der Beschwerden:
a) seit Stunden ( )
b) seit Tagen ( )
c) seit Wochen ( )
d) seit Monaten ( )
e) seit Jahren ( )
f) seit Jahrzehnten ( )

5) Dauer des einzelnen Anfalls:
a) 1 – 2 Sekunden ( )
b) Minuten ( )
c) Stunden ( )
d) Tage ( )
e) Wochen ( )
f) Monate ( )
g) langdauernd gleichmäßig ( )
h) an- und abschwellend langdauernd ( )

6) Geruchsstörungen:
a) Anosmie ( )
b) Parosmie ( )

7) Sehstörungen:
a) Unschärfe ( )
b) Doppelbilder ( )
c) Bewegungseindrücke ( ) ruckartige ( )
d) Blindheit - rechts ( ) links ( )

8) Ohrensymptome:
a) Ohrensausen - rechts ( ) links ( )
b) Hörverminderung - rechts ( ) links ( )
c) Taubheit - rechts ( ) links ( )
d) Zust. n. Ohr-OP - rechts ( ) links ( )

9) Geschmacksstörungen:
a) Ageusie ( )
b) Parageusie ( )

10) Trigeminuszeichen:
rechts ( )
links ( )

11) Facialisparese:
a) peripher - rechts ( ) links ( )
b) zentral - rechts ( ) links ( )

12) Kopf-Hals-Trauma:
a) Verkehrsunfall ( )
b) Arbeitsunfall ( )
c) Sportunfall ( )
d) Hausunfall ( )

13) Neurologische Leiden: ( )

14) Herz-Kreislauf-Leiden:
a) Hypertonus ( )
b) Hypotonus ( )
c) Arteriosklerose ( )
d) Herzinsuffizienz ( )
e) Zustand nach Herzinfarkt ( )

15) Diabetes mellitus: ( )

16) Nierenleiden: ( )

17) Pharmaka oder Genußmittel
a) Alkohol ( )
b) Nikotin ( )
c) Coffein ( )
d) Salicylate ( )
e) Streptomycin ( )
f) Gentamycin ( )
g) Contraceptiva ( )
h) Sedativa ( )
i) Antivertiginosa ( )
j) Sonstige ( )

18) . . . -Untersuchung, Beschwerden:
a) unverändert ( )
b) leicht gebessert ( )
c) deutlich gebessert ( )
d) leicht verschlechtert ( )
e) deutlich verschlechtert ( )

19) Sonstiges:

Verfahren nach Prof. Dr. C. F. Claussen

Abb. 6) Das vorgedruckte Anamneseschema der Serie NODEC III

Natürlich wird jede Schwindelqualität während der Befragung dem Patienten erläutert. Es sei noch angemerkt, daß es Patienten gibt, die mehrere der Symptome empfinden und angeben, wodurch die Prozentsumme dieser Symptome größer als 100 % ist.

Nächster Fragepunkt sind die vegetativen Begleitreaktionen, die mit folgenden Häufigkeiten angegeben werden:

Übelkeit	27 %
Übelkeit mit Schweißausbruch	7 %
Erbrechen	15 %
Kollaps	6 %

Schwindelauslösung und Beschwerdendauer werden nicht statistisch ausgewertet. Als nächstes fragen wir nach der Dauer des einzelnen Schwindelanfalls, wobei wir dem Patienten eine Zeitskala anbieten:

1 - 2 Sekunden	33 %
Minuten	22 %
Stunden	9 %
Tage	3 %
Wochen	0,4 %
Monate	0,2 %
langdauernd gleichmäßig	5 %
an- und abschwellend langdauernd	5 %

Es fällt auf, daß bei einem Drittel unserer Patienten die Schwindelsymptome nur Sekunden dauern, also recht flüchtig sind, während 10 % keine Angaben über die genaue Zeitdauer machen können.

Anschließend wird nach den Störungen im Bereich der Kopfsinne, Unfällen und neurologischen Leiden gefragt:

Geruchsstörungen	3 %
Sehstörungen	26 %
Ohrensausen	43 %
Hörverminderung und Taubheit	53 %
Geschmacksstörungen	2 %
Trigeminuszeichen	6 %
Facialisparese peripher	2 %
" zentral	0,5 %
Kopf-Hals-Trauma	20 %
Neurologische Leiden	13 %

Die folgenden Fragepunkte betreffen den internmedizinischen Bereich. Dabei werden aus dem Gebiet der Herz- und Kreislaufleiden folgende Angaben gemacht:

Hypertonus	12 %
Hypotonus	23 %
Herzinsuffizienz und Zustand nach Herzinfarkt	11 %

Außerdem fragen wir nach folgenden Punkten:

Diabetes mellitus	5 %
Nierenleiden	6 %
Tuberkulose mit und ohne Zusammenhang mit der Innenohrfunktionskontrolle bei Tuberkulostatikatherapie	3 %

Diese Angaben sollen nur einen flüchtigen Eindruck über die Häufigkeiten der einzelnen Beschwerden und Leiden geben. Auf nähere Einzelheiten bezüglich der Anamnese möchten wir im Rahmen dieser Arbeit nicht eingehen.

5. Aufbau der Datenbank NODEC III

In den vorstehenden Kapiteln werden objektive Untersuchungsmethoden und das Schema der Anamneseerhebung der Neurootologie vorgestellt. Dabei finden Testbögen für die kalorische Prüfung, den rotatorischen Intensitäts-Dämpfungs-Test und die spezielle neurootologische Anamnese (alle nach CLAUSSEN) Verwendung. Wie bereits mehrfach angedeutet, sind alle Teilbereiche der Patientenbehandlung weitgehend standardisiert, sodaß auch den gewonnenen Parametern hohe Gültigkeit und Zuverlässigkeit zukommt. Die Voraussetzungen zur Aufstellung repräsentativer Normbereiche sind daher optimal.
Die Ergebnisse mit dem vorstehend genannten Kollektiv sind in der Würzburger Datenbank NODEC III zusammengefaßt und mittels Computer ausgewertet worden. Dabei werden Normbereiche für folgende Daten und Parameter aufgestellt:

Alter		
Gewicht		
Größe		
Zentrale Nystagmus-Frequenz	rechts	44° C
"	rechts	30° C
"	links	44° C
"	links	30° C
Kumulationslatenz	rechts	44° C
"	rechts	30° C
"	links	44° C
"	links	30° C
Perrotatorische Frequenz	rechts	
"	links	
Perrotatorische Kumulation	rechts	
"	links	
Postrotatorische Schlagsumme	rechts	5 sec.
"	rechts	10 sec.
"	rechts	20 sec.
"	rechts	30 sec.
Postrotatorische Schlagsumme	links	5 sec.
"	links	10 sec.
"	links	20 sec.
"	links	30 sec.

Sämtliche Normbereiche sowie die Verteilung der - im folgenden noch zu besprechenden - Codes für Vestibularis-Schmetterling und RIDT-L sind sowohl für das Gesamtkollektiv als auch für Gruppen innerhalb desselben nach folgender Ordnung erstellt:

- alle Patienten des Gesamtkollektivs
  alle männlichen Patienten
  alle weiblichen Patienten
- männliche und weibliche Patienten, unterteilt in
  5-Jahresabschnitte
  10-Jahresabschnitte
  20-Jahresabschnitte

- alle männlichen Patienten, unterteilt in
  - 5-Jahresabschnitte
  - 10-Jahresabschnitte
  - 20-Jahresabschnitte
- alle weiblichen Patienten, unterteilt in
  - 5-Jahresabschnitte
  - 10-Jahresabschnitte
  - 20-Jahresabschnitte

Innerhalb dieser Ordnung werden im Rahmen dieser Arbeit für die 5- und 20-Jahresabschnitte sämtliche Parameter betrachtet, für die 10-Jahresabschnitte lediglich die Parameter Alter, Gewicht und Größe.
In den Spalten der 20-Jahresabschnitte ist über den Normbereichen in Klammern auch die genaue Anzahl der betreffenden Patienten angegeben.

6. Statistische Verfahren

Von jedem der vorgenannten Parameter werden außer Mittelwert und Standardabweichung auch Schiefe und Exzess berechnet. Aus den 3. bzw. 4. Momenten werden die Testgrößen ST 3 und ST 4 gebildet. Durch diese läßt sich das Verteilungsergebnis auf Gauß-Signifikanz überprüfen. Um Ausreißer zu erfassen, werden von jedem Parameter die vier kleinsten und die vier größten Werte aufgeführt. Die Mittelwerte mit einem Vertrauensintervall von etwa einem Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit sind vierfach winsorisiert, d.h. die Ausreißer zur Maximal- und zur Minimalseite der Verteilung sind in vier Schritten aus dem Kollektiv entfernt worden.
Im folgenden möchten wir auf die Kodierung des Schmetterlings- und des RIDT-Kennlinienmusters eingehen.
Das kalorische Nystagmus-Frequenz-Kennlinienschema nach CLAUSSEN besteht aus vier Quadranten. In jedem Quadranten ist der Normbereich der zentralen Nystagmusfrequenz für die jeweilige kalorische Reaktion vorgedruckt. Die Anordnung der vier Normbereiche erinnert an die Form eines Schmetterlings. Es sei jedoch erwähnt, daß die Normbereiche sich zahlenmäßig unterscheiden, die Schmetterlingsform folglich leicht asymmetrisch ist. Die Kennlinie jeder einzelnen kalorischen Reaktion kann also im Quadranten in, über oder unter dem Normbereich liegen. Zur statistischen Auswertung kann man nun jede der

drei möglichen Kennlinienpositionen mit einer Zahl kennzeichnen. Ist die Reaktion normal, liegt die Kennlinie also im Normbereich, so bezeichnen wir diese Reaktion als 0. Ist die Reaktion gehemmt, liegt die Kennlinie also unter dem Normbereich, so bezeichnen wir diese Reaktion als 1. Ist die Reaktion enthemmt, liegt die Kennlinie also über dem Normbereich, so bezeichnen wir diese Reaktion als 2. Aus den 3 Positionsmöglichkeiten in 4 Quadranten ergeben sich somit $3^4 = 81$ verschiedene Kennlinienmuster. Die algebraische Beschreibung mittels des trinären Codes ergibt für jedes Muster eine 4-stellige Ziffer, die nicht nur das visuelle Erfassen des Gesamtzusammenhangs sondern auch die statistische Auswertung wesentlich erleichtert. Die Reihenfolge der Ziffern entspricht dabei der Reihenfolge der 4 kalorischen Prüfungen, nämlich Warmspülung rechts, Kaltspülung rechts, Warmspülung links und Kaltspülung links. Sie ist dem Uhrzeigersinn entgegengesetzt.

Beim rotatorischen Intensitäts-Dämpfungs-Test besteht die Möglichkeit der ternären algebraischen Kodierung. Hierzu werden die Normbereiche beider Nystagmusrichtungen zum RIDT-L zusammengelegt, wobei der jeweils größere Bereich als Normgrenze gewählt wurde. Wie bereits im Schmetterlingsvestibulogramm, so erhält auch hier die im Normbereich liegende Kennlinie die Ziffer 0, die unter dem Normbereich liegende Kennlinie die Ziffer 1 und die über dem Normbereich liegende Kennlinie die Ziffer 2. Die Reihenfolge der Ziffern entspricht dabei der Reihenfolge der Kennlinienpositionen rechts perrotatorisch, links perrotatorisch, links postrotatorisch und rechts postrotatorisch. Die postrotatorischen Kennlinien sind zusätzlich zur Lage noch durch einen Steigungsfaktor gekennzeichnet. Verlaufen die postrotatorischen Kennlinienparallelen innerhalb des Steigungswinkels, so erhalten sie die Ziffer 0. Bei Verlauf unterhalb des Steigungswinkels erhalten sie die Ziffer 1 und bei Verlauf oberhalb des Steigungswinkels die Ziffer 2. Der bereits 4-stelligen Ziffer schließen sich als 5. Stelle die Steigung rechts postrotatorisch und als 6. Stelle die Steigung links postrotatorisch an. Aus 4 Kennlinien und 2 Steigungsfaktoren entsteht also ein 6-stelliger Code. Durch diesen können alle $3^6 = 729$ RIDT-Muster ausgedrückt werden. In dieser Schreibweise sind sie sowohl der visuellen Erfassung als auch der statistischen Auswertung optimal zugänglich.

Auf eine Besonderheit der statistischen Auswertung im Großrechenzentrum der Universität Würzburg soll an dieser Stelle eingegangen werden, nämlich auf die fluktuierenden Grundkollektive. Für jeden Aufruf spezieller Merkmale

bzw. Parameter, wird eine besondere Datenbank zusammengestellt, indem geprüft wird, ob bei den einzelnen Probanden tatsächlich eine Aussage betreffs der Frage vorliegt, gleichgültig ob positiv oder negativ. Dadurch kann es vorkommen, daß einzelne Untersuchungen zwar von dem Begriff NODEC III ausgehen, daß die spezielle bereinigte Grundgesamtheit aber nicht mehr 10 284 sondern weniger Probanden umfaßt. Der Schwund ergibt sich bei einigen Fragen allein schon dadurch, daß diese zeitlich erst nach dem Beginn der Serie NODEC III eingeführt worden sind und somit in den ersten Datenpools fehlen. Schließlich sei noch angemerkt, daß NODEC III eine anonyme und abgeschlossene Datenbank ist, die mit zeitlichen Lücken bis Anfang 1980 geführt worden ist.

III. ERGEBNISSE

In diesem Kapitel wollen wir das untersuchte Kollektiv und die Ergebnisse aus unseren eigenen Untersuchungen vorstellen. Es werden Normbereiche verschiedener neurootologischer Parameter aufgeführt. In einem späteren Kapitel sollen diese mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen werden.
Zur Charakterisierung der Normbereiche selbst sei folgendes vermerkt:
Jede Patientenreaktion auf eine neurootologische Untersuchung muß vom behandelnden Arzt als normal oder als pathologisch beurteilt werden, um gegebenfalls einer Therapie zugeführt werden zu können. Das setzt aber voraus, daß dem Arzt die Schwankungsbreite der Normalreaktion, ihre Grenzbereiche und die pathologischen Bereiche bekannt sind. Es besteht also die Notwendigkeit, einen Normbereich aufzustellen. Dies ist aber erst durch umfangreiche Erfahrungen aus der klinischen Routine und durch statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse größerer Kollektive möglich. Die in diesem Kapitel aufgeführten Normbereiche sollen eine Entscheidungshilfe für den neurootologisch tätigen Arzt darstellen. Sie sind gewachsen aus einer klinisch experimentellen Erfahrung von über 10 Jahren. Nach der "Art eines adaptiven Modells" (CLAUSSEN) sollten sie im Laufe der Zeit durch noch größere klinische Erfahrungen aus noch umfangreicheren Untersuchungsreihen präzisiert werden. Das von uns angebotene Modell mag heute als Richtwert dienen.

A. Statistische Ergebnisse

1. Gesamtkollektiv

Zur Untersuchung gelangt ein gemischtes Kollektiv von 10 284 gesunden und kranken Probanden, vorwiegend aus den Regionen Berlin und Würzburg, wobei sowohl der Großstadtbereich als auch ländliche Gebiete erfaßt sind. Wie bereits vorstehend angesprochen, geben die meisten Probanden Leiden aus dem ohrenärztlichen und aus anderen medizinischen Bereichen an. Ein Teil kommt zur Kontrolle der Innenohrfunktion während einer Tuberkulostatikatherapie. Bei einem anderen Teil handelt es sich um Gesunde, die zur Prüfung auf Tauchertauglichkeit untersucht werden. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von 1969 bis 1980.

2. Sogenanntes Normalkollektiv und Altersverteilung

Unsere Patienten verteilen sich auf die ersten 9 Lebensdekaden, wobei das Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs zum Zeitpunkt der Untersuchung $42 \pm 18 = 24$ bis 60 Jahre beträgt. Dabei liegt das Durchschnittsalter der Frauen um 2 Jahre höher als das der Männer.
Aussagekräftiger als das Durchschnittsalter einer Population ist ihre Altersverteilung, d.h. die Häufigkeit der Probanden bezogen auf einzelne Altersklassen. Tabelle 4 gibt für unser Kollektiv die absoluten Häufigkeitszahlen der einzelnen Altersklassen für männliche Patienten allein (m), für weibliche Patienten allein (w) sowie für männliche und weibliche Patienten gemeinsam (g) an. Dabei ist das Alter aller drei Gruppen in 5-, 10- und 20-Jahresabschnitte unterteilt. Die Sparte der 5-Jahresabschnitte liefert die genauesten Zahlenwerte für die Häufigkeit der einzelnen Altersklassen, während die Sparte der 20-Jahresabschnitte eine rasche Orientierung über die ungefähre Verteilung ermöglicht. Die Sparte der 10-Jahresabschnitte stellt einen Kompromiß zwischen Präzision und Übersichtlichkeit dar.
Tabelle 5 vergleicht die prozentualen Häufigkeiten der einzelnen Altersklassen der Bevölkerung der BRD im Jahre 1978 mit den prozentualen Häufigkeiten unseres Kollektivs NODEC III. Beide Populationen sind in je drei Gruppen für Männer allein (m), Frauen allein (w) sowie Männer und Frauen

gemeinsam (g) unterteilt. Das Alter ist in 5-Jahresabschnitte gegliedert. Die prozentualen Angaben für die westdeutsche Bevölkerung sind von den absoluten Angaben aus dem Statistischen Jahrbuch 1980 für die BRD abgeleitet. Abbildung 7 vergleicht, nach Geschlechtern getrennt und in 5-Jahresabschnitte unterteilt, den Altersaufbau der beiden oben genannten Populationen. In der linken Bildhälfte sind die beiden Hüllkurven für das männliche Geschlecht, in der rechten Bildhälfte die Hüllkurven für das weibliche Geschlecht dargestellt. Die Abszisse gibt die prozentuale Häufigkeit, die Ordinate die Altersklasse an. Anhand der Tabellen 4 und 5 sowie der Abbildung 7 sollen nun die Bevölkerung der BRD und unser Kollektiv NODEC III miteinander verglichen werden. Hierbei fällt auf, daß die Häufigkeitswerte der ersten Altersklasse für beide Geschlechter, d.h. der Kinder bis zum 5. Lebensjahr, in unserem Kollektiv unverhältnismäßig hoch sind, sowohl im Vergleich zur Normalbevölkerung als auch im Vergleich zu den beiden folgenden Altersklassen der 5- bis 15-jährigen unseres Kollektivs. Dies hat sicherlich die engmaschige ärztliche Überwachung der Kinder im Vorschulalter zur Ursache. Außerdem übertrifft in dieser Altersklasse die prozentuale Häufigkeit der weiblichen Patienten die der männlichen.

Mit Ausnahme der ersten und dritten Altersklasse unseres Kollektivs NODEC III übertrifft die prozentuale Häufigkeit des männlichen Teils beider Populationen bis zum 50. Lebensjahr die des weiblichen. Ab dem 50. Lebensjahr übertrifft bzw. erreicht die prozentuale Häufigkeit des weiblichen Teils beider Populationen die des männlichen. Dieser Sachverhalt stimmt sehr gut mit dem Männerüberschuß bis zum 50. Lebensjahr bzw. mit dem Frauenüberschuß ab dem 50. Lebensjahr überein, außerdem mit dem höheren Durchschnittsalter des weiblichen Geschlechts.

Alle Kurven verlaufen erwartungsgemäß parabelförmig. Bei Betrachtung der Kurvenverläufe beider Geschlechter und Populationen fällt auf, daß - wegen geringerer absoluter Größe - der Verlauf der NODEC-Kurven gleichmäßiger ist als der Verlauf der Kurven für die Bevölkerung der BRD. Die Senken für 35- bis 40-jährige Männer bzw. für 40- bis 45-jährige Frauen in den NODEC-Kurven betreffen den Geburtenausfall zum Ende des 2. Weltkrieges. Dieser wird in den BRD-Kurven, entsprechend deren Stand vom Jahre 1978, durch die Senke bei den 30- bis 35-jährigen beiderlei Geschlechts ausgedrückt.

Die NODEC-Kurven sind nicht nur gleichmäßiger in ihrem Verlauf, sondern zeigen auch eine steilere Form der Parabel. Die Maxima liegen für Männer bei

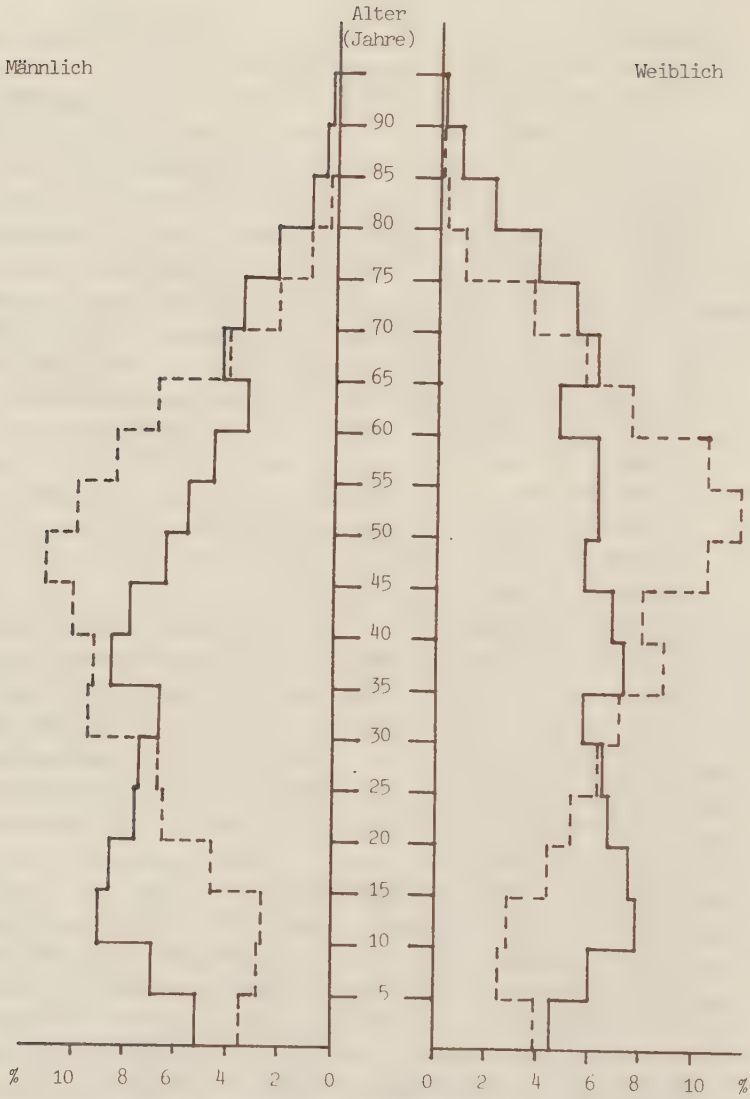


Abb. 7) Prozentuale Altersverteilung der Bevölkerung der BRD und unseres Kollektivs NODEC III

———— = BRD - - - - - = NODEC III

den 45- bis 50-jährigen, für Frauen bei den 50- bis 55-jährigen. Die Schnittpunkte beider Kurvenpaare liegen jeweils zwischen dem 30. und 35. sowie zwischen dem 65. und 70. Lebensjahr. Das heißt, daß die prozentualen Häufigkeitswerte der bis 30-jährigen und der über 65-jährigen unseres Kollektivs unter denen der westdeutschen Bevölkerung liegen, während die prozentualen Häufigkeitswerte der 30- bis 65-jährigen unseres Kollektivs über denen der westdeutschen Bevölkerung liegen. In der Praxis bedeutet das, daß die mittleren Altersgruppen in unserem Patientengut im Vergleich zur Normalbevölkerung stärker, die jüngeren und älteren Jahrgänge hingegen schwächer vertreten sind.
Dennoch kann man sagen, daß sich unser Kollektiv NODEC III quasi auf alle Bevölkerungsgruppen der BRD anwenden läßt.

3. Geschlechtsverteilung, Größe und Körpergewicht

Insgesamt ist in unserem Kollektiv NODEC III 10 279 mal das Geschlecht anamnestisch erhoben worden, wobei 5665 Patienten männlichen und 4614 Patienten weiblichen Geschlechts sind. Unser Patientengut setzt sich also zu 55 % aus männlichen und zu 45 % aus weiblichen Patienten zusammen, was einem Verhältnis von 11 : 9 zugunsten der Männer entspricht. Im Vergleich dazu setzt sich die Bevölkerung der BRD im Jahre 1978 zu 48 % aus Männern und zu 52 % aus Frauen zusammen, was einem Verhältnis von etwa 10 : 10 bei geringem Überwiegen des weiblichen Teils bedeutet. Der Vergleich beider Populationen zeigt, daß in unserem Kollektiv das männliche Patientengut um 7 % zu stark, das weibliche Patientengut um den gleichen Betrag zu schwach vertreten ist. Inwieweit das auf Zufall beruht oder soziale, medizinische oder andere Ursachen hat, soll hier nicht entschieden werden.
Die durchschnittliche Körpergröße unseres Kollektivs beträgt 168 cm, wobei die Männer durchschnittlich 173 cm, die Frauen 162 cm groß sind. Erwartungsgemäß steigen die Wachstumskurven beider Geschlechter bis zu einem Gipfel bei den 20- bis 25-jährigen an, um dann allmählich wieder abzufallen. Die genauen Angaben der Körperlänge können der Tabelle 6 entnommen werden. Die Daten sind wieder für Männer (m), Frauen (w) und beide Geschlechter gemeinsam (g) angegeben. Das Alter ist in 5-, 10- und 20-Jahresabschnitte gegliedert.

Nach gleichem System ist Tabelle 7 für das Gewicht unseres Kollektivs aufgebaut. Das durchschnittliche Körpergewicht beträgt 70 kg, wobei die Männer durchschnittlich 75 kg und die Frauen durchschnittlich 63 kg schwer sind. Ein Vergleich von Größe und Gewicht mit Hilfe der Tabellen 6 und 7 zeigt, daß unser Kollektiv gegenüber medizinischen Vorschriften durchschnittlich 2 kg zu schwer ist, wobei die Männer 2 kg und die Frauen 1 kg Übergewicht haben. Nach der für beide Geschlechter verschiedenen, modifizierten Formel nach BROCA für das Sollgewicht haben die Männer sogar ein Übergewicht von 9,3 kg, die Frauen ein Übergewicht von 10,3 kg. Diese Tatsache dürfte auf den mitteleuropäischen Lebensstandard, speziell auf die Essgewohnheiten der westdeutschen Bevölkerung zurückzuführen sein.

B. Parameterbezogene Ergebnisse von Teilkollektiven

Nachdem wir vorstehend Untersuchungsmethoden und Kollektiv vorgestellt haben, möchten wir nunmehr auf die Untersuchungsergebnisse im einzelnen eingehen. Es werden jeweils Mittelwert und Standardabweichung der Parameter genannt. Wie oben bereits erwähnt, werden die Werte getrennt für Männer (m) und Frauen (w) sowie für beide Geschlechter gemeinsam (g) angegeben. Das Alter ist in 5- und 20-Jahresabschnitte gegliedert, für die bereits besprochenen Parameter Alter, Größe und Gewicht zusätzlich noch in 10-Jahresabschnitte. Dem Tabellenwerk ist eine Gesamtübersicht über Anzahl und Normbereiche aller Parameter des ganzen Kollektivs NODEC III vorangestellt (Tabelle 1).Ihr folgen zwei weitere Übersichten in gleicher Gestalt, die jedoch nur den männlichen (Tabelle 2) bzw. den weiblichen Teil (Tabelle 3) unseres Kollektivs betreffen. Auf die Tabellen 4 bis 7 ist oben bereits eingegangen worden. Ihnen schließen sich die Tabellen mit den Werten der einzelnen Parameter an.

1. Zentrale Nystagmusfrequenz

Repräsentativer Parameter der kalorischen Nystagmusreaktion ist die zentrale Nystagmusfrequenz. Diese ist definiert als die Anzahl der Nystagmusschläge während 30 Sekunden Dauer im Kumulationsbereich der ersten postkalorischen Reaktion. Aus den Tabellen 1, 2 und 3 gehen die Normbereiche der vier kalorischen Reaktionen für das Gesamtkollektiv, für Männer allein und für Frauen

allein hervor.

Wie man sieht, sind die Normbereiche asymmetrisch angeordnet. Die Reaktion auf die vier kalorischen Stimuli ist also verschieden stark. Die stärkste Reizantwort zeigt die kalorische Kaltreaktion links. Es folgen die kalorische Kaltreaktion rechts uns die kalorische Warmreaktion links. Die schwächste Reizantwort zeigt die kalorische Warmreaktion rechts. Die Reihenfolge der Reaktionsstärken stimmt bei beiden Geschlechtern überein. Es fällt jedoch auf, daß beim weiblichen Geschlecht die Mittelwerte aller vier kalorischen Reaktionen ausnahmslos um einen, bei der kalorischen Warmreaktion links sogar um zwei Nystagmusschläge pro 30 Sekunden höher liegen als beim männlichen Geschlecht. Bei gleicher Stimulusqualität scheint das weibliche Geschlecht etwas stärker zu reagieren als das männliche.

Die Standardabweichungen zeigen bezüglich ihrer Größe die gleiche Reihenfolge wie die Reaktionsstärken und sind mit Ausnahme der geringen Differenz bei der kalorischen Warmreaktion rechts für beide Geschlechter identisch. Je größer die Reaktionsstärke, desto weiter ist erwartungsgemäß die Abweichung und desto breiter der Normbereich.

In den Tabellen 8, 9, 10 und 11 sind die Normbereiche der zentralen Nystagmusfrequenz nach kalorischer Reaktion geordnet für Männer allein (m), Frauen allein (w) und beide Geschlechter gemeinsam (g) aufgeführt. Das Alter ist sowohl in 5- als auch in 20-Jahresabschnitte gegliedert. In folgenden sollen anhand der genannten Tabellen diese Normbereiche eingehender betrachtet und miteinander verglichen werden.

Es fällt auf, daß bei beiden Geschlechtern und bei allen Reaktionen der Mittelwert der zentralen Nystagmusfrequenz bis etwa zum 30. Lebensjahr ansteigt. Die Differenz zwischen der Altersklasse der Kleinkinder und den 30- bis 35-jährigen beträgt durchschnittlich 15 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden. Wie der Mittelwert, so steigt auch die Standardabweichung bis zum 30. Lebensjahr. Dabei ist die Abweichung bei Kleinkindern und Jugendlichen nur etwa halb so groß wie im mittleren Lebensalter. Das heißt, daß die ersten Altersklassen die kleinsten und engsten Normbereiche haben. CLAUSSEN vermutet als Ursache dafür die "mit dem Alter zunehmende degenerative Verminderung der Hemmungen im Nystagmusgenerator".

Ab dem 30. Lebensjahr verlaufen die Normbereiche für beide Geschlechter und alle Reaktionen weitgehend bandförmig bis etwa zum 75. bis 80. Lebensjahr. Hierin liegt die eigentliche Stärke und die hervorragende Bedeutung der zen-

tralen Nystagmusfrequenz als repräsentativer Parameter für die kalorische Vestibularisprüfung. Nach dem 80. Lebensjahr scheint eine geringe Tendenz zum Absinken der Normbereiche zu bestehen. Es muß jedoch betont werden, daß aufgrund der geringen Patientenzahl in diesem Lebensalter diese Werte nicht mehr repräsentativ sein können.
Vergleicht man die Größenverteilung der Mittelwerte beider Geschlechter miteinander, so läßt sich bei der kalorischen Warmreaktion rechts (Tab. 8) bei keinem Geschlecht ein Überwiegen feststellen. Bei der kalorischen Kaltreaktion rechts (Tab. 9) hingegen übertrifft bis zum 20. Lebensjahr der Mittelwert der Männer den der Frauen an Größe, ab dem 20. Lebensjahr ist es genau umgekehrt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der kalorischen Warmreaktion links (Tab. 10). Hier übertrifft bis zum 45. Lebensjahr der Mittelwert der Männer den der Frauen an Größe, ab dem 45. Lebensjahr ist es umgekehrt.
Die kalorische Kaltreaktion links (Tab. 11) zeigt eine gleichmäßigere Verteilung. Hier übertrifft mit zwei Ausnahmen der Mittelwert der zentralen Nystagmusfrequenz des weiblichen in allen Altersklassen den des männlichen Geschlechts. Zusammenfassend kann man sagen, daß eine Abhängigkeit dieses Parameters vom Geschlecht nicht erkennbar ist.

2. Das Schmetterlingsmuster

Die Technik der Kodierung der vier kalorischen Reaktionen zum Schmetterlingsmuster ist oben bereits besprochen worden. Im folgenden soll nun die Häufigkeitsverteilung der 81 möglichen Muster näher betrachtet werden. Von 8249 der insgesamt 10 284 Patienten unseres Kollektivs NODEC III erhalten wir bei unserer Untersuchung ein vollständiges, d.h. 4-stelliges Schmetterlingsmuster.
Von 81 möglichen Mustern kommen folgende 6 Muster in unserem Kollektiv nicht vor : 0212, 1121, 1212, 2021, 2121, 2212.
Wie man sieht, handelt es sich ausnahmslos um Kombinationen aus gehemmten und enthemmten kalorischen Reaktionen bei demselben Patienten. Möglicherweise bietet der Nystagmusgenerator nicht die strukturellen Voraussetzungen für die Entstehung dieser Muster. Wahrscheinlich sind diese Muster jedoch so selten, daß sie erst durch ein größeres Kollektiv als dem von uns untersuchten erfaßt werden (CLAUSSEN).

Folgende 26 Muster, d.h. etwa ein Drittel der 81 möglichen, liegen mit ihrer Häufigkeit unter 1‰ der untersuchten Patienten:

0112	1102	1202	1222	2110	2221
0121	1112	1210	2011	2111	
0211	1122	1211	2012	2112	
1012	1200	1220	2101	2120	
1021	1201	1221	2102	2122	

Die Muster sind nach zunehmenden trinären Zahlenwerten geordnet. Wie bei den 6 nicht vorkommenden handelt es sich auch bei diesen Mustern ausnahmslos um kombinierte gehemmte und enthemmte kalorische Reaktionen. Hemmung und Enthemmung werden etwa gleich häufig beobachtet.

24 Muster, d.h. ebenfalls ein Drittel der 81 möglichen, liegen mit ihrer Häufigkeit zwischen 1‰ und 1% der 8249 Patienten. Bei den meisten handelt es sich um deutlich gehemmte bzw. enthemmte kalorische Reaktionsmuster, meist mit deutlichem Richtungsüberwiegen. Seltener handelt es sich um mit zwei Normalreaktionen kombinierte gehemmte und enthemmte Muster.

Die folgenden 24 Muster, d.h. wieder ein Drittel der 81 möglichen, liegen mit ihrer Häufigkeit zwischen 1% und 4%:

0001	0020	0111	0222	1111	2200
0002	0022	0200	1000	2000	2202
0010	0100	0202	1001	2002	2220
0011	0110	0220	1100	2022	2222

Die Muster sind nach zunehmendem trinären Zahlenwert geordnet. Es handelt sich ausnahmslos um nur gehemmte oder nur enthemmte Muster, die meist mit einer oder mehreren kalorischen Reaktionen kombiniert sind. Es kommen keine ge- oder enthemmten Reaktionen gemeinsam in einem Muster vor. Bei der Auswertung fällt auf, daß diese Muster deutlich auf eine periphere oder zentrale Vestibularisstörung hinweisen.

Einseitiger Warmverlust (1000, 0010), einseitiger Kaltverlust (0100, 0001) oder einseitige Reaktionshemmung mit Normreaktion der Gegenseite (0011, 1100) sprechen für eine periphere Vestibularisstörung. Mit Ausnahme der zentralen okulomotorischen Lähmung und der zentralen bidirektionalen Nystagmushemmung gilt das gleiche für die sogenannten "kleinen Schmetterlinge" (1111, 0111). Eine genaue topodiagnostische Zuordnung ist bei den sogenannten kleinen Schmetterlingen aus ihrer Konfiguration allein nicht möglich. Diese müssen durch andere Tests ergänzt werden, wie z.B. Nystagmusdissoziation und Vesti-

bulärer Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich (VRRSV).
Für eine zentrale Vestibularisstörung sprechen die sogenannten "großen Schmetterlinge" (2222, 0222, 2022, 2202, 2220) und die einseitige Über- bei gegenseitiger Normreaktion (2200, 0022). Als Muster zentraler Störungen müssen zwei unterschiedliche Gruppen erwähnt werden, die monodirektional enthemmten (0220, 2002) und die monodirektional gehemmten (0110, 1001). Letztere bezeichnet man auch als monodirektionale zentrale Nystagmushemmung. Es fällt auf, daß von den 81 möglichen Mustern die bisher besprochenen 80 Muster mit ihrer Häufigkeit unter 4% liegen. Das Normalmuster 0000 hat erwartungsgemäß die größte Häufigkeit. Mit 36,68% kommt es bei über einem Drittel unseres Kollektivs vor. Der Abstand zum zweithäufigsten Muster 2222 beträgt mehr als 32%.
Im folgenden sind die Mustergruppen noch einmal ihrer prozentualen Häufigkeit im Kollektiv gegenübergestellt:

Musterzahl	Häufigkeit
1	36,68 %
24	4 - 1 %
24	1 - 0,1 %
26	0,1 - 0 %
6	0 %

Die genaue prozentuale Häufigkeit aller 81 möglichen Schmetterlingsmuster kann der Tabelle 30 im Anhang entnommen werden.

3. Kumulationslatenz

Neben der zentralen Nystagmusfrequenz geht die Kumulationslatenz als diagnostischer Parameter aus der kalorischen Vestibularisprüfung hervor. Diese ist definiert als die Dauer vom Beginn des Reizes bis zur Kulmination der Reaktion, d.h. bis zur Mitte des Kumulationsbereiches von 30 Sekunden. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, beträgt der Normbereich des Gesamtkollektivs für alle 4 kalorischen Reaktionen 69 $\pm$ 19 Sekunden. Dieser Wert trifft auch für das männliche Teilkollektiv (Tab. 2) zu, mit Ausnahme der kalorischen Warmreaktion links, bei welcher die Standardabweichung nur 18 Sekunden beträgt. Ebenso trifft dieser Wert für das weibliche Teilkollektiv (Tab. 3) zu, mit Ausnahme der kalorischen Kaltreaktion rechts, bei welcher der Mittel-

wert 70 Sekunden beträgt. Bei Berücksichtigung der Rundungsfehler stellt man jedoch fest, daß der genannte Normbereich von 69 ± 19 Sekunden für beide Geschlechter zutrifft. Die vergleichende Betrachtung der Tabellen 12, 13, 14 und 15 zeigt, daß dieser Normbereich bei beiden Geschlechtern über alle Altersklassen hinweg ziemlich genau eingehalten wird. Dabei beträgt die mittlere Abweichung des Mittelwertes aller 4 kalorischen Reaktionen bei den Männern 1,5 bis 1,8 , bei den Frauen 1,3 bis 2,0 Sekunden. Eine Tendenz zu abweichendem Verhalten der Normbereiche ist weder bei Kleinkindern und Jugendlichen noch bei den höchsten Altersklassen mit Sicherheit erkennbar, umso weniger noch als die Werte dieser Altersklassen wegen geringer Patientenzahlen meist nicht oder nur schwach signifikant sind. Wie man sieht, ist dieser Parameter von Alter und Geschlecht unabhängig.

4. Perrotatorische Frequenz

Im Rahmen des RIDT erhalten wir für beide Drehrichtungen die Parameter der perrotatorischen Frequenz. Diese ist definiert als die Schlagratensumme der ersten perrotatorischen Phase während 30 Sekunden im Kulminationsbereich. Für die Drehrichtung nach rechts liegt der Normbereich der perrotatorischen Frequenz für das Gesamtkollektiv bei 46 ± 19 Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden (Tab. 1). Er ist identisch mit dem Normbereich für das männliche Geschlecht (Tab. 2). Nach Aufhebung des Rundungsfehlers von etwa 0,21 Nystagmusschlägen ist er auch mit dem des weiblichen Geschlechts identisch (Tab. 3). Die kleinsten Mittelwerte und engsten Normbereiche haben die Kleinkinder mit allmählicher Zunahme bis etwa zum 20. bis 25. Lebensjahr (Tab. 16). Es fällt bei den höchsten Altersklassen auf, daß der Mittelwert beim männlichen Geschlecht steigt, beim weiblichen jedoch sinkt. Wegen schwacher oder fehlender Signifikanz der Verteilungen soll auf diesen Sachverhalt nicht eingegangen werden.
Für die Drehrichtung nach links beträgt der Normbereich der perrotatorischen Frequenz des Gesamtkollektivs (Tab. 1) 43 ± 18 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden. Er ist mit dem Wert des weiblichen Geschlechts identisch (Tab. 3), ebenso mit dem des männlichen, wenn hier der Rundungsfehler der Standardabweichung von etwa 0,19 Nystagmusschlägen berücksichtigt wird (Tab. 2). Auch hier haben die Kleinkinder beider Geschlechter die kleinsten Mittelwerte und engsten Normbereiche (Tab. 17). Beide zeigen ein Anwachsen bis zum

20. Lebensjahr. Ob das Absinken von Mittelwert und Standardabweichung bei Frauen über dem 75. Lebensjahr auf Zufall beruht oder nicht, soll auch hier wegen fehlender Signifikanz nicht entschieden werden.
Zusammenfassend kann man sagen, daß die Normbereiche der perrotatorischen Frequenz für beide Drehrichtungen nach einem Anwachsen bei Kleinkindern und Jugendlichen im mittleren Lebenalter ein bandförmiges Verhalten zeigen. Ihre Lage ist zwar je nach Drehrichtung verschieden, jedoch mit Ausnahme der ersten Altersklassen von Alter und Geschlecht unabhängig.

5. Perrotatorische Kumulation

Die perrotatorische Kumulation ist definiert als die Dauer vom Stimulusbeginn bis zur Mitte des Kulminationsfensters von 30 Sekunden der ersten perrotatorischen Phase.
Wie aus Tabelle 1 und 3 hervorgeht, sind die Normbereiche der perrotatorischen Kumulation für die Drehrichtung nach rechts identisch für das Gesamtkollektiv und für das weibliche Teilkollektiv. Dagegen ist beim männlichen Teilkollektiv bei gleichem Mittelwert die Standardabweichung um eine Sekunde kürzer, was auf einem Rundungsfehler von etwa 0,16 Sekunden beruht (Tab. 2).
Bei Betrachtung der Tabelle 18 fällt auf, daß in der Altersklasse der Kleinkinder beider Geschlechter der Mittelwert der perrotatorischen Kumulation rechts am größten ist und bis etwa zum 15. Lebensjahr absinkt. Im mittleren Lebenalter verlaufen die Normbereiche nahezu bandförmig ohne erkennbare Abhängigkeit von einem Geschlecht. In den letzten Altersklassen, d.h. etwa ab dem 60. Lebensjahr, scheinen bei beiden Geschlechtern die Mittelwerte erneut abzusinken. Gleichzeitig werden die Normbereiche enger.
Wie die Tabellen 1, 2 und 3 zeigen, stimmen die Normbereiche der perrotatorischen Kumulation links weitgehend überein. Scheinbar ist beim männlichen Teilkollektiv (Tab. 2) die Standardabweichung um eine Sekunde kürzer, beim weiblichen Teilkollektiv (Tab. 3) der Mittelwert um eine Sekunde größer. Die Betrachtung der Rundungsfehler zeigt jedoch, daß die Normbereiche der drei Kollektive quasi identisch sind.
Auch hier (Tab. 19) sind die Mittelwerte bei den Kleinkindern beider Geschlechter am größten und fallen bis zum 15. Lebensjahr ab. Die Normbereiche verhalten sich im mittleren Lebensalter wieder bandförmig, um bei den letz-

ten Altersklassen schließlich abzusinken und enger zu werden.
Zusammenfassend läßt sich für die perrotatorische Kumulation beider Drehrichtungen sagen, daß nach Aufhebung der Rundungsfehler die Normbereiche beider Geschlechter gut übereinstimmen. Der Mittelwert ist bei den Kleinkindern am größten, im mittleren Lebensalter weitgehend konstant und bei den letzten Altersklassen am kleinsten. Die Normbereiche verhalten sich im mittleren Lebensalter bandförmig. Das Zentrum des Kulminationsbereiches der ersten perrotatorischen Phase wird mit zunehmendem Lebensalter immer früher erreicht. Ursache dafür dürfte wieder die "mit dem Alter zunehmende degenerative Verminderung der Hemmungen im Nystagmusgenerator" sein (CLAUSSEN).

6. Postrotatorische Schlagsumme

Die postrotatorische Schlagsumme ist definiert als die Anzahl der Nystagmusschläge von Stimulusbeginn, d.h. von Drehstop an bis zu einem festgesetzten Zeitpunkt während der ersten postrotatorischen Phase. Bei unseren Untersuchungen werden für beide Drehrichtungen die Schlagsummen während der ersten 5, 10, 20 und 30 Sekunden ausgezählt.
Wie aus den Tabellen 1, 2 und 3 hervorgeht, stimmen die Normbereiche der jeweiligen Meßzeit und Drehrichtung für Gesamtkollektiv, männliches und weibliches Teilkollektiv weitgehend überein. Vergleicht man für beide Drehrichtungen die Mittelwerte der entsprechenden Meßzeiten miteinander, so fällt auf, daß - mit einer einzigen Ausnahme - bei Gesamtkollektiv und Teilkollektiven sämtliche Mittelwerte nach Linksdrehung um einen bis zwei Nystagmusschläge höher liegen als die entsprechenden Mittelwerte nach Rechtsdrehung. Dagegen sind die entsprechenden Standardabweichungen bis auf drei Ausnahmen zahlenmäßig gleich groß. Die einander entsprechenden Normbereiche beider Drehrichtungen sind also gleich breit, für die Drehrichtung nach links jedoch um einen bis zwei Nystagmusschläge höher gelegen. Erwartungsgemäß werden mit zunehmender Meßdauer die Mittelwerte und Standardabweichungen größer.
In den Tabellen 20 bis 27 sind für beide Drehrichtungen und sämtliche postrotatorischen Meßzeiten die Normbereiche der jeweiligen postrotatorischen Schlagsumme aufgeführt. Dabei zeigen sich deutliche Gemeinsamkeiten.
Bei sämtlichen Meßzeiten beider Drehrichtungen steigen Mittelwerte und Standardabweichungen bis zum 20. oder 25. Lebensjahr an. In den Alters-

klassen der Kleinkinder und Jugendlichen sind die Normbereiche wieder am tiefsten und engsten, was gut mit der bereits erwähnten Vermutung CLAUSSEN's harmoniert. Danach bleiben die Normbereiche im mittleren und hohen Lebensalter gleich breit und verhalten sich bandförmig. Ein Ansteigen oder Absinken in den letzten Altersklassen ist nicht erkennbar.

7. Steigung der postrotatorischen Kennlinien

Wie bereits erwähnt, sind die beiden postrotatorischen Kennlinien durch Lage und Steigung charakterisiert. Zur Berechnung der Steigung hat CLAUSSEN folgende Formel entwickelt:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg \text{Nyst}\Sigma 30 \; - \; \lg \text{Nyst}\Sigma 10}{\lg \; 30 \text{ sec} \; - \; \lg \; 10 \text{ sec}}$$

NystΣ = Nystagmusschlagsumme nach 30 bzw. 10 Sekunden

Unter Verwendung der genannten Formel sind in den Tabellen 1, 2 und 3 die Normbereiche der Steigungen der beiden postrotatorischen Kennlinien genannt. Für Mittelwert und Standardabweichung sind jeweils drei Stellen hinter dem Komma angegeben, wobei die dritte Stelle auf- oder abgerundet ist. Es fällt auf, daß der Mittelwert des weiblichen Teilkollektivs für die Steigung beider Drehrichtungen über dem des männlichen Teilkollektivs und über dem des Gesamtkollektivs liegt. Insgesamt zeigen jedoch Mittelwerte und Standardabweichungen eine sehr geringe Streubreite. Sämtliche Normbereiche der Steigung links liegen innerhalb der Normbereiche der Steigung rechts.
Bei Betrachtung der Tabellen 28 und 29 zeigt sich, daß Mittelwerte und Standardabweichungen in sämtlichen Altersklassen nur sehr geringe Streubreiten aufweisen. Die Normbereiche verhalten sich während des ganzen Lebens bandförmig. Weder bei Kleinkindern noch bei den Greisen ist abweichendes Verhalten erkennbar. Eine Abhängigkeit von einem Geschlecht scheint nicht zu bestehen. Dieses gruppierte Verteilungsverhalten ist anders als das Altersverhalten der postrotatorischen Schlagsummen.

8. Das RIDT-Muster

Auf die Technik der Kodierung des RIDT-Musters ist oben bereits eingegangen worden. Im folgenden soll nun die Häufigkeitsverteilung aller theoretisch möglichen Muster besprochen werden. Von 5017 der insgesamt 10 284 Patienten unseres Kollektivs NODEC III erhalten wir bei unserer Untersuchung ein vollständiges, d.h. 6-stelliges RIDT-Muster der binauralen vestibulo-okulären Reaktionen.

Bereits beim orientierenden Überblick über die Tabelle 31 fällt auf, daß in unserem Patientengut die Hemmungsmuster im Vergleich zu den Enthemmungsmustern zahlenmäßig überwiegen. Dies ist anders als bei den Reaktionsmustern der monauralen vestibulo-okulären Reaktionen.

Von 729 möglichen Mustern kommen 457, d.h. knapp zwei Drittel, nicht vor. Es soll offen bleiben, ob die strukturellen Voraussetzungen zur Entstehung dieser Muster nicht gegeben sind oder ob diese Muster erst in einem größeren Kollektiv als dem von uns untersuchten erscheinen würden. Wie Tabelle 31 zeigt, handelt es sich bei einem Teil dieser Muster um kombinierte per- und postrotatorische Hemmungs- und Enthemmungsbilder bei demselben Patienten. Bei einem anderen Teil handelt es sich um Muster, bei denen meist beide postrotatorischen Steigungen außerhalb des Normbereiches liegen. Hier verlaufen die postrotatorischen Kennlinien bzw. ihre Parallelen im RIDT-Schema nach CLAUSSEN außerhalb des Steigungswinkels.

272 Muster, d.h. etwas mehr als ein Drittel der 729 möglichen, kommen in unserem Kollektiv vor. Davon liegen 168, d.h. knapp ein Drittel aller möglichen Muster, mit ihrer Häufigkeit unter 1‰. In ihrem Aufbau zeigen diese Muster meist die gleiche Konfiguration wie die nicht vorkommenden.

84 Muster, d.h. etwas über ein Zehntel aller möglichen, liegen mit ihrer Häufigkeit über 1‰, aber noch unter 1%. Die meisten dieser Muster zeigen ein mehr oder weniger deutliches Überwiegen der Hemmungs- oder Enthemmungsbilder.

19 der 729 möglichen Muster liegen mit ihrer Häufigkeit zwischen 1 und 4%. Dabei handelt es sich ausnahmslos um Muster, in denen entweder nur Hemmungsbilder oder nur Enthemmungsbilder mit Normalreaktionen kombiniert sind. Im folgenden sind diese 19 Muster nach zunehmendem ternären Zahlenwert geordnet aufgeführt:

000001	000200	020000	200200
000002	001000	022000	220000
000010	001100	100000	220200
000020	002000	110000	222200
000100	010000	200000	

Einige der Muster sollen näher betrachtet werden. Die Muster mit überhöhten Kennlinien (220200, 222200) weisen auf eine zentrale Gleichgewichtsstörung hin. Dagegen kann durch die Hemmungsbilder (010000, 100000, 110000) sowohl eine zentrale als auch eine periphere Gleichgewichtsstörung ausgedrückt werden. Die Muster mit alleiniger Enthemmung der perrotatorischen Nystagmen (020000, 200000, 220000) sprechen für eine im Hirnstamm gelegene zentrale Störung.

An dieser Stelle sei jedoch erwähnt, daß für eine definitive Aussage über den tatsächlichen Sitz einer vestibulären Störung der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test allein nicht ausreichend ist. Für die Topodiagnostik muß er mit dem aussagekräftigeren kalorischen Vestibularistest verglichen werden (CLAUSSEN). Letzterer setzt einen lokalisatorischen Referenzpunkt.

Das Normalmuster 000000 wird bei 28,70%, d.h. fast einem Drittel unseres Patientenguts, beobachtet. Es ist damit erwartungsgemäß das am häufigsten beobachtete Muster. Der Abstand zum zweithäufigsten Muster 222200 beträgt über 25%.

Im folgenden seien noch einmal die Mustergruppen ihrer prozentualen Häufigkeit im Kollektiv gegenübergestellt:

Musterzahl	Häufigkeit
1	28,70 %
19	4 - 1 %
84	1 - 0,1 %
168	0,1 - 0 %
457	0 %

Die genaue prozentuale Häufigkeit aller 729 möglichen RIDT-Muster kann der Tabelle 31 im Anhang entnommen werden.

IV. DISKUSSION

1. Supraliminale Vestibularistests und Direktionsparameter aus der Sicht verschiedener Autoren

Seit der Entdeckung des kalorischen Nystagmus durch SCHMIEDEKAM (zit. n. BARANY) im Jahre 1868 und der Beschreibung seiner reflektorischen Auslösung durch BARANY im Jahre 1906 sind vielfältige Anstrengungen unternommen worden, um dieses Phänomens habhaft zu werden. Die experimentell durch kalorische und rotatorische Stimuli hervorgerufene Nystagmusreaktion hat zur Entwicklung verschiedener Untersuchungsmethoden geführt. Zu deren wichtigsten gehören heute die kalorische und perrotatorische Prüfung. Beide werden seit etwa 80 Jahren ständig modifiziert und zudem in ihrem Wert für die klinische Diagnostik unterschiedlich beurteilt. Je nach Untersucher werden diverse Stimulusqualitäten und -quantitäten appliziert. So variieren z.B. im Rahmen des kalorischen Tests Temperatur und Menge der Spülflüssigkeit sowie die Spüldauer. Bei Trommelfellperforation wird statt Wasser Gas in den Gehörgang eingeblasen. Beim perrotatorischen Test werden die Probanden unterschiedlich stark und lange beschleunigt.
Zusätzlich zum Stimulus unterscheiden sich die Tests verschiedener Untersucher in der Durchführung. So wird je nach Verfahren der Patient mit offenen Augen und fixiertem Blick, mit offenen Augen ohne Fixation, mit offenen Augen und BARTELS-FRENZEL-Brille, mit offenen Augen in dunklem Raum oder mit geschlossenen Augen untersucht. Manche Untersucher richten den Blick ihrer Probanden auf eine rotierende Trommel mit schwarz-weißem Streifenmuster, um zusätzlich einen optokinetischen Nystagmus auszulösen. Andere stellen während des Versuchs Rechenaufgaben, um die Aufmerksamkeit des Probanden zu kontrollieren.
Zur Identifizierung und Registrierung von Nystagmusschlägen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Das Verfahren mit dem geringsten Auflösungsvermögen dürfte wohl die bloße Betrachtung der geöffneten Probandenaugen sein. Abgesehen von der Ungenauigkeit dieser Untersuchung besteht hier die Gefahr der subjektiven Betrachtungsweise des Untersuchers. Eine objektivere Registriermethode ist die Photoelektronystagmographie. Diese stellt allerdings größere Anforderungen an Proband und Untersucher und ist

mit einem hohen zeitlichen und apparativen Aufwand verbunden. Weniger kooperative Probanden oder Kleinkinder sind für dieses Verfahren ungeeignet. Eine heute weit verbreitete Möglichkeit zur objektiven Erfassung und Dokumentation der Nystagmusreaktion ist die Elektronystagmographie. Diese ist weniger aufwendig als die Photoelektronystagmographie. Letztere hat zwar ein feineres Auflösungsvermögen, erlaubt aber nicht die Analyse der Augenbewegungen bei geschlossenen Augen wie die Elektronystagmographie.
Seitdem verschiedene Techniken der Versuchsdurchführung und der Registrierung von Nystagmussignalen beschrieben und empfohlen worden sind, werden auch unterschiedliche Parameter zur Auswertung der Nystagmusreaktion herangezogen. Es werden qualitative Merkmale wie z.B. Nystagmusbereitschaft (directional preponderance) oder Bogengangsunterempfindlichkeit (canal paresis) verwendet. Außerdem bedient man sich quantitativer, d.h. meßbarer Größen, wie z.B. der Latenzzeit, Nystagmusdauer, Frequenz, Amplitude, Geschwindigkeit der schnellen und langsamen Phase und anderer Parameter.
Die Neurootologie ist trotz ihrer hervorragenden Bedeutung für den Patienten eine relativ junge Wissenschaft. Daher ist verständlich, daß sich im Laufe der letzten Jahre aus den vielen angebotenen Untersuchungs- und Auswertungsverfahren noch keines als das allgemein akzeptierte herauskristallisiert hat. Die vorliegende Arbeit stellt das von CLAUSSEN angebotene "adaptive Modell" vor. Im folgenden sollen nun die supraliminalen Vestibularistests und die verwendeten Direktionsparameter aus der Sicht verschiedener Autoren aufgezeigt werden. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit erheben zu wollen, stellen wir Stimulationstechniken, Testdurchführung und Parameteranalyse anderer Untersucher vor. Es liegt in der Natur der Sache, daß bei der Vielfältigkeit der Methoden ein Vergleich der Ergebnisse nicht unbedingt möglich bzw. sinnvoll ist. Aus diesem Grunde möchten wir bewußt darauf verzichten, jedesmal Ergebnisse zu nennen oder einen Vergleich zu ziehen.
Die beiden Schüler BARANYs in Uppsala DOHLMAN und LORENTE DE NO haben die Physiologie des kalorischen Nystagmus und die anatomischen Voraussetzungen des Nystagmusgenerators im Hirnstamm zwischen 1920 und 1930 aufgeklärt. FITZGERALD und HALLPIKE empfehlen 1942 die Durchführung des kalorischen Tests mit Spültemperaturen von 30 und 44°C. Diese Stimuli liegen nahe der Körpertemperatur von 37°C, sodaß vegetative Begleitreaktionen selten auftreten. Die gleiche Entfernung zum physiologischen Normbereich gestattet einen sicheren Vergleich zwischen Warm- und Kaltreaktion. Der Reiz ist

klein genug, um seine Wirkung im wesentlichen nur auf das Vestibularissystem auszuüben und noch keine Schmerzreaktionen auszulösen. In dieser Beschränkung liegt der besondere Wert des kalorischen Tests. Geringe Differenzen der Reizantwort können mit diesen supraliminalen Stimuli besser erfaßt werden als mit extremen Temperaturunterschieden. Somit ist auch eine Unterscheidung zwischen Normal- und pathologischem Befund gut möglich. Abnormale Reaktionen können leichter erkannt und analysiert werden. Allerdings ist der kalorische Test nach Ansicht der Autoren nicht leicht auszuführen. Um reproduzierbare Testergebnisse zu erzielen, müssen alle Details genau beachtet werden. So sind Temperatur und Stromstärke der Spülflüssigkeit konstant zu halten. Die Spüldauer beträgt nach HALLPIKE 40 Sekunden. Zwischen den Spülungen wird eine Pause von mindestens fünf Minuten eingelegt. Während des Versuchs liegt der Proband auf einer Liege, die 30 Grad gegenüber der Horizontalen angehoben ist. Dadurch wird nur der laterale Bogengang angesprochen. Der Blick ist bei offenen Augen starr geradeaus gerichtet und auf einen Punkt an der Decke fixiert. Die Nystagmusreaktion eines jeden Auges wird von zwei Hilfspersonen zu beiden Seiten des Probanden beobachtet. Diese messen die Dauer vom Stimulusbeginn bis zum Ende der ersten postkalorischen Nystagmusreaktion - dem damaligen Stand der Technik entsprechend - mittels Stoppuhr. Die Autoren ziehen die Messung der Nystagmusdauer bei direkter Beobachtung der Probandenaugen der Messung mit BARTELS-Brille vor. Nach ihrer Erfahrung wird durch die BARTELS-Brille die Nystagmusreaktion verlängert und dadurch der quantitative Parameter Nystagmusdauer verändert. Sie berichten über die Untersuchung von 50 Ohrengesunden unter den angegebenen Versuchsbedingungen. Für dieses Kollektiv stellen sie eine Nystagmusdauer von durchschnittlich 1.30 bis 2.10 Minuten fest. Dabei scheint die Kaltreaktion stärker zu sein als die Warmreaktion. Weitere Information liefert der qualitative Parameter Nystagmusbereitschaft. Bei cerebralen Läsionen des Temporallappens besteht z.B. ein nystaktisches Richtungsüberwiegen zur Seite der Läsion. Eine normale kalorische Reaktion spricht eher für eine Läsion außerhalb des Temporallappens. Dieser Parameter leistet nach Ansicht der Autoren einen Beitrag zur Topodiagnostik cerebraler Läsionen.

HENRIKSSON setzt in seinem 1956 veröffentlichten Werk die Augengeschwindigkeit der langsamen Phase in Beziehung zur Dauer der Nystagmusreaktion. Er untersucht rotatorisch 8 Gesunde mit Beschleunigungsstimuli von $4°/sec^2$ und $13°/sec^2$. Die Probanden sitzen mit aufgerichtetem Haupt in einem hell

erleuchteten Raum. Sie blicken während des Versuchs auf eine rotierende weiße Trommel mit schwarzen vertikalen Streifen. Dadurch wird sowohl ein optokinetischer als auch ein vestibulärer Nystagmus ausgelöst. HENRIKSSON stellt fest, daß die Augengeschwindigkeit während der Beschleunigung linear zunimmt und einen Wert erreicht, der mit der Drehgeschwindigkeit des rotierenden Sessels zum Ende der Drehbeschleunigung korrespondiert. Führt er diesen Versuch unter sonst gleichen Bedingungen in total abgedunkeltem Raum durch, so zeigt sich natürlich nur ein vestibulärer Nystagmus. Der auf diese Weise applizierte vestibuläre Stimulus reicht jedoch nicht aus, um dem Auge die gleiche Winkelbeschleunigung zu geben, wie es der optokinetische Impuls vermag. Den kalorischen Test führt HENRIKSSON an 25 Gesunden mit 250 ml 30° bzw. 43,6°C warmem Wasser durch. Die Spüldauer beträgt 40 Sekunden. Die Ohr-Augen-Achse steht vertikal. Während des Versuchs hält der Proband die Augen offen. Um eine Fixation auszuschließen, ist der Raum jedoch total verdunkelt. HENRIKSSON findet für dieses Kollektiv eine Augengeschwindigkeit von 29 $\pm$ 11°/sec und eine Nystagmusdauer von 155 $\pm$ 27 Sekunden. HALLPIKE et al. (1951/55) finden für die Nystagmusdauer einen Wert von 105 $\pm$ 15,5 Sekunden, wobei sie jedoch den kalorischen Test in hell erleuchtetem Raum durchführen. Seinen höher liegenden Wert führt HENRIKSSON darauf zurück, daß durch Licht und Fixation die Nystagmusdauer verkürzt wird. In einer weiteren kalorischen Versuchsreihe untersucht er 10 Ohren von 6 Gesunden. Er spült jedes Ohr 40 Sekunden lang mit 250 ml Wasser von 35, 33, 31 und 29°C. Dabei findet er heraus, daß Augengeschwindigkeit und Nystagmusdauer mit sinkender Spültemperatur linear ansteigen, die Augengeschwindigkeit allerdings weitaus stärker als die Nystagmusdauer. Die Augengeschwindigkeit hängt eng mit der Stimulusstärke zusammen. Die Nystagmusdauer dagegen steht weniger mit dem applizierten Stimulus, sondern mit der Zeit in Zusammenhang, die nach Ohrspülung benötigt wird, um die normale Innenohrtemperatur wieder herzustellen. Bezüglich des Meßverfahrens ist die Augengeschwindigkeit viel aufwendiger als die Nystagmusdauer. Letztere zeigt auch bei wiederholter Messung ziemlich konstante Werte. Allerdings betrachtet HENRIKSSON die Augengeschwindigkeit der langsamen Phase als den adäquaten Ausdruck der Empfindlichkeit des Vestibularapparates im kalorischen Test. Er empfiehlt deshalb den Gebrauch dieses Parameters für die klinische Routine.

ASCHAN betrachtet die Nystagmographie als unbedingt erforderlich zur Objektivierung und Dokumentation der Vestibularistests. Der Einführung zu kom-

plizierter Tests steht er allerdings eher ablehnend gegenüber. Er sieht den Hauptwert der Untersuchung in einer sorgfältigen Anamneseerhebung. Bei Aufzeichnung des perrotatorischen Tests mittels Elektronystagmographie findet er eine um 30% längere Nystagmusdauer als bei Prüfung mit BARTELS-FRENZEL-Brille bei offenen Patientenaugen. Nach Vergleich der Kalorigramme und Cupulogramme von 5000 Patienten kommt er zu dem Schluß, daß der kalorische Test den rotatorischen überflüssig macht. Erster erscheint ihm für die Diagnosestellung aussagekräftiger. Die Kalorisation führt er nach dem Verfahren von HALLPIKE durch, jedoch mit nur 30 Sekunden Irrigation bei gleichzeitiger nystagmographischer Aufzeichnung. Den Patienten läßt er die Augen schließen. Gemeinsam mit BERGSTEDT und STAHLE gibt er 1956 als mittleren Wert der Nystagmusdauer, gemessen an 30 000 Patienten unter den genannten Bedingungen, 175 Sekunden an. Zum Vergleich zieht er CAWTHORNE, FITZGERALD und HALLPIKE heran, die mit einer Irrigationsdauer von 40 Sekunden, d.h. mit einem stärkeren Stimulus, arbeiten und den Blick ihrer Patienten bei geöffneten Augen fixieren. Als Mittelwert der Nystagmusdauer erhalten sie nur 110 bis 120 Sekunden. ASCHAN errechnet daraus eine Abnahme der Nystagmusintensität auf ein Zehntel und weniger durch das Öffnen der Augen. Er empfiehlt daher, den kalorischen Test bei geschlossenen Augen durchzuführen. Differenzen zwischen beiden Ohren von mehr als 30 Sekunden für die Nystagmusdauer und für den gleichen Stimulus betrachtet er als pathologisch. Für die weitere Auswertung, insbesondere bei zweifelhaften Fällen, zieht er außerdem die Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase und Gesamtamplitude heran.

STAHLE geht 1958 der Frage nach, ob und welche Differenzen zwischen den Reaktionen des rechten und linken Labyrinths und zwischen dem rechts- und linksschlagenden Nystagmus bestehen. Dazu führt er an 91 Probanden den kalorischen Test nach FITZGERALD und HALLPIKE durch, allerdings mit nur 30 Sekunden Spüldauer und geschlossenen Augen. Die Aufzeichnung erfolgt elektronystagmographisch. Zur Auswertung zieht er die Parameter Nystagmusdauer, Schlagzahl, Gesamtamplitude und maximale Intensität heran. Letztere definiert er als die mittlere Augengeschwindigkeit der langsamen Phase während eines 10-Sekundenintervalls des Reaktionsmaximums. Mit Ausnahme der Nystagmusdauer stellt er für alle Parameter sowohl bei herabgesetzter Erregbarkeit als auch bei Nystagmusbereitschaft analoges Verhalten fest. Für alle Parameter gibt er die erlaubten maximalen Differenzen der Rechts-Links-Empfindlichkeit und zwischen rechts- und linksschlagendem Nystagmus

an. Weiterhin berichtet STAHLE über den rotatorischen Test, den er an 40 Probanden mit einer Beschleunigung von 6°/sec² durchführt. Hier wertet er die Parameter Nystagmusdauer, Schlagzahl, Gesamtamplitude und maximale Augengeschwindigkeit der langsamen Phase aus und gibt auch für diese die erlaubten maximalen Differenzen an. STAHLE kommt zu dem Ergebnis, daß der rotatorische Test für die Diagnosestellung keinen zusätzlichen Informationsgewinn bringt und bei Durchführung des kalorischen Tests überflüssig ist. Sollte bereits durch den Parameter Nystagmusdauer eine Diagnose gestellt werden können, so kann auf die Messung der anderen Parameter verzichtet werden. 1967 berichtet er über die Durchführung des kalorischen Tests an 300 Menière-Patienten. Wieder zieht er Nystagmusdauer und maximale Intensität heran. Seiner Ansicht nach wird die Unterempfindlichkeit besser durch die maximale Intensität, die Nystagmusbereitschaft dagegen besser durch die Nystagmusdauer ausgedrückt. STAHLE findet heraus, daß die kalorische Reaktion bei 84% der Menière-Patienten abnormal ist. Unterempfindlichkeit und Nystagmusbereitschaft können dabei kombiniert vorkommen. TOROK berichtet 1948 über die Durchführung des kalorischen Tests. Zur Spülung benutzt er 10 cm³ 20°C kaltes Wasser. Auf konstante Versuchsbedingungen legt er großen Wert. Zur Auswertung verwendet er die Dauer des experimentellen Nystagmus, die kalorische Nystagmusfrequenz im Kulminationsbereich zwischen der 25. und 35. Sekunde und die Latenzzeit. 1957 führt er den kalorischen Test mit 10 cm³ 68°C warmem Wasser durch, das er innerhalb von 5 Sekunden in den Gehörgang spült. Die Dauer des reaktiven Nystagmus als alleiniger Parameter erscheint ihm dabei wegen zu starker individueller Schwankungen nicht ausreichend. Die Winkelgeschwindigkeit des Auges während der langsamen Phase betrachtet er als den Indikator der vestibulären Empfindlichkeit. Zur Diagnosestellung hält er die Parameter Nystagmusdauer und -frequenz für erforderlich. Dabei teilt er die Nystagmusreaktion in 5-Sekundenintervalle ein und bestimmt für jedes Intervall die zugehörige Frequenz. Als Kulminationsbereich betrachtet er die zwei 5-Sekundenintervalle mit der höchsten Frequenz, die meistens zwischen der 25. und 35. Sekunde nach Stimulusbeginn liegen. Jedoch deutet er auf die Schwierigkeit hin, den Kulminationsbereich genau abzugrenzen und die Intervalle mit der höchsten Frequenz anzugeben, da die Nystagmusfrequenz während der kalorischen Reaktion variiert. Gemeinsam mit NYKIEL stellt er 1962 ein Frequenzmeter vor, mit Hilfe dessen Kulminationsbereich und Nystagmusfrequenz der 5-Sekundenintervalle leichter bestimmt werden können. 1966 hält er die

kalorische Untersuchung allein zur Bestimmung der Empfindlichkeit des Vestibularapparates für nicht ausreichend. Deshalb verbindet er die kaltkalorische Reizung mit einer Drehprüfung. Auf diese Weise erhält er 8 Nystagmussequenzen, die er photoelektronystagmographisch auswertet. 1968 und 1969 führen TOROK und DERBYSHIRE den kalorischen Test mit 5 verschiedenen Spültemperaturen - alle unter 30°C - am sitzenden Patienten durch, außerdem den rotatorischen Test mit 2,5°/sec² Beschleunigung und 30°/sec Endgeschwindigkeit. Die Aufzeichnung geschieht photoelektronystagmographisch. Zur Auswertung zieht TOROK wieder die Frequenz eines 5-Sekundenintervalls und die Geschwindigkeit der langsamen Phase heran. Beide rechnet er auf einen Kulminationsbereich von 10 Sekunden auf. Er stellt eine Abhängigkeit der Frequenz im Kulminationsbereich und der Geschwindigkeit der langsamen Phase von den abgestuften kalorischen Stimuli fest. Diese beiden Parameter hält er für die besten, um die vestibuläre Empfindlichkeit zu bestimmen. 1973 zeigt TOROK die Schwierigkeiten und Fehlerquellen bei der Messung der Geschwindigkeit der langsamen Phase auf. So ist z.B. bei einer Frequenz von etwa 65 Nystagmusschägen in 10 Sekunden eine exakte manuelle Auswertung dieses Parameters praktisch nicht mehr möglich. Daher empfiehlt er, falls die erforderliche genau kalibrierte Apparatur und das geschulte Personal fehlen, auf den einfacher zu bestimmenden Parameter Nystagmusfrequenz im Kulminationsbereich zurückzugreifen.

MASPETIOL und KERAVEC führen 1962 an 23 aussortierten Gesunden den kalorischen Test mit elektronystagmographischer Aufzeichnung durch. Dabei berechnen sie die Korrelationskoeffizienten zwischen den Parametern Latenzzeit, Dauer, Schlagzahl, Frequenz, Amplitude und Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß die Messung der Latenzzeit völlig nutzlos ist, da diese einen rein physikalischen Vorgang ohne klinisches Interesse ausdrückt. Die Angabe der Nystagmusdauer ist nur beschränkt aussagefähig und muß durch andere Parameter ergänzt werden. Die Auswertung der Parameter Dauer, Frequenz und Amplitude ist nach Ansicht der Autoren der klassischen Messung von Dauer und Latenz überlegen. Die Winkelgeschwindigkeit läßt sich aus Amplitude und Frequenz errechnen.

VAN EGMOND, GROEN und JONGKEES entwickelten in den Jahren 1946 bis 1949 Formeln, durch welche die Reizbarkeit als prozentuale Differenz zwischen linkem und rechtem Labyrinth und die Nystagmusbereitschaft als prozentuale Differenz zwischen rechts- und linksschlagendem Nystagmus angegeben werden kann.

Die Formel für den Prozentsatz der Gesamtreizbarkeit, d.h. die prozentuale Differenz der Reizbarkeit zwischen linkem und rechtem Labyrinth, lautet:

$$\frac{(1 + 3) - (2 + 4)}{1 + 2 + 3 + 4} \times 100\%$$

Die Formel für die Nystagmusbereischaft, d.h. die prozentuale Differenz zwischen rechts- und linksschlagendem Nystagmus, lautet:

$$\frac{(1 + 4) - (2 + 3)}{1 + 2 + 3 + 4} \times 100\%$$

Bei positivem Wert ist das rechte Labyrinth weniger reizbar. Es besteht also eine Nystagmusbereitschaft nach links.
Bei negativem Wert ist das linke Labyrinth weniger reizbar. Hier besteht Nystagmusbereitschaft nach rechts.
Jede Ziffer hat die Bedeutung einer kalorischen Reaktion:

1 = links 30°C
2 = rechts 30°C
3 = links 44°C
4 = rechts 44°C

JONGKEES, MAAS und PHILIPSZOON gehen 1962 der Frage nach, ob mit Hilfe der Nystagmographie objektive pathologische Symptome am Schwindelpatienten gefunden werden können. Dazu führen sie den kalorischen Test nach FITZGERALD und HALLPIKE, allerdings bei geschlossenen Augen und elektronystagmographischer Aufzeichnung, durch. Ihr Kollektiv besteht aus 263 Patienten, die in 5 Krankheitsgruppen unterteilt sind. Als Parameter dienen ihnen die Nystagmusdauer und die maximale Augengeschwindigkeit der langsamen Phase. Außerdem werten sie die Reizbarkeit, ausgedrückt als prozentuale Differenz zwischen linkem und rechtem Labyrinth, und die Nystagmusbereitschaft, ausgedrückt als prozentuale Differenz zwischen rechts- und linksschlagendem Nystagmus, aus. Die Autoren stellen eine lineare Korrelation zwischen der Gesamtreizbarkeit beider Labyrinthe und der Nystagmusbereitschaft fest. Eine Differenz in der Erregbarkeit zeigt sich für die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase ungefähr

doppelt so oft wie für die Nystagmusdauer. Da die Schwelle für die Wahrnehmung eines Nystagmusschlages beim Untersucherauge viel höher liegt als beim Elektronystagmographen, wird die Verwendung des letzteren empfohlen. Unter gleichen Versuchsbedingungen untersuchen JONGKEES und PHILIPSZOON 1964 47 Gesunde. Dabei werten sie nach den oben genannten Formeln die gleichen Parameter aus wie zwei Jahre zuvor. Sie kommen u.a. zu dem Ergebnis, daß für den kalorischen Test die prozentualen Werte für Reizbarkeit und Nystagmusbereitschaft geeigneter sind als die absoluten. Bei der kalorischen Untersuchung von 255 Schwindelpatienten stellt sich die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase im Gegensatz zur Nystagmusdauer als ein genaueres Kriterium der Vestibularfunktion dar. Allerdings bringt der kalorische Test nach Durchführung des Positionsversuchs und der Audiometrie selten zusätzliche Informationen. Dem rotatorischen Test ziehen die Autoren die rotatorische Pendelprüfung vor, da diese weniger zeit- und arbeitsintensiv ist.

LANSBERG beschreibt 1963 die kalorische Prüfung mit 29° bzw. 45°C Spültemperatur. Um Zeit zu sparen, legt er zwischen den einzelnen Spülungen nur 4 Minuten Pause ein. Als Stimulusreihenfolge wählt er rechts kalt, links kalt, links warm und rechts warm. Auf diese Weise ändert er durch jeden neuen Stimulus die Nystagmusrichtung des vorausgehenden. So glaubt er Interferenzen zwischen den einzelnen Reaktionen ausgleichen zu können. Sollte der Effekt der vorausgehenden Spülung 4 Minuten überdauern, so ist sein Einfluß auf die nachfolgende Spülung nach Ansicht des Autors jedesmal der gleiche.

Interessant ist auch der kalorische Test unter verschiedenen anatomischen Voraussetzungen des Ohres, über den INO und OKAMOTO 1963 berichten. Auf den Erkenntnissen von DE NO (1928) basierend untersuchen sie an gesunden Kaninchen den Einfluß von anatomischen Veränderungen an Außen-, Mittel- und Innenohr auf den Parameter Latenzzeit. Die Aufzeichnung erfolgt elektronystagmographisch. Dabei finden sie heraus, daß zwischen Latenzzeit und Nystagmusdauer eine deutliche Korrelation besteht. Die Latenzzeit ist von der Temperatur der Ohrmuschel unabhängig, jedoch von der Temperatur des Gehörgangs abhängig.

FRENZEL betrachtet die Elektronystagmographie als eine wichtige Untersuchungsmethode für wissenschaftliche Untersuchungen und zur Registrierung des Spontannystagmus bei geschlossenen Augen. Als Routinemethode für die Fachpraxis hält er sie jedoch für entbehrlich, da seiner Ansicht nach die

quantitative Inkonstanz des experimentellen Nystagmus durch einen Zahlenwert nur mit Schwierigkeiten ausgedrückt werden kann. Außerdem können rein rotierende Schlagrichtungen nicht elektronystagmographisch, wohl aber durch die herkömmliche direkte Beobachtung mittels BARTELS-Brille erfaßt werden. Daher empfiehlt er der "Elektronystagmographie eine gründliche Beobachtung mit zuverlässiger Methodik" vorausgehen zu lassen.
HAAS beschäftigt sich 1964 mit der Frage, ob das Gleichgewichtsorgan ähnlich anderen Sinnesorganen einer altersbedingten Leistungsminderung unterliegt. Dazu führt er den perrotatorischen Test mit elektronystagmographischer Aufzeichnung und bei geschlossenen Augen an 104 Ohrengesunden durch. Er wertet die Drehreizschwelle aus, d.h. die niedrigste Beschleunigung, die einen Nystagmus hervorruft und unterhält. Dabei findet er einen geringen, aber statistisch signifikanten Anstieg der Drehreizschwelle im höheren Alter. Dieser Befund spricht seiner Meinung nach für eine altersbedingte Leistungsminderung des Gleichgewichtsorgans.
BERGSTEDT sieht den Wert der Elektronystagmographie im zusätzlichen Informationsgewinn zu anderen Untersuchungen des Schwindelpatienten. Durch Übertragung der Testdurchführung auf geschultes Personal wird der Arzt in der klinischen Routinearbeit zeitlich nicht überlastet. Den kalorischen Test führt BERGSTEDT mit 150 ml Wasser und 30 Sekunden Spüldauer durch. Im Rahmen des rotatorischen Tests beschleunigt er 10 Sekunden lang mit $6°/sec^2$. Bei beiden Tests läßt er den Patienten die Augen schließen, wodurch nach seiner Erfahrung die Intensität des vestibulären Nystagmus auf das acht- bis zehnfache ansteigt. Zur Auswertung zieht er die Parameter maximale Intensität und Nystagmusdauer heran. Außerdem achtet er auf herabgesetzte Erregbarkeit bzw. Nystagmusbereitschaft. Allerdings warnt BERGSTEDT davor, den Wert der Vestibularistests zu überschätzen, da durch diese allein eine Topodiagnostik intrakranieller Störungen nicht möglich ist. 1973 berichtet er über den sprunghaften Wechsel zwischen Amplitudenlänge und Frequenz. Durch die alternierende Zunahme des einen und gleichzeitige Abnahme des anderen Parameters wird die Augengeschwindigkeit konstant gehalten. Zwischen beiden Parametern besteht jedoch eine nur schwache Interaktion. Der einzelne Nystagmusschlag wird durch beide moduliert. Die Nystagmusschlagserie besitzt aufgrund des sprunghaften Wechsels beider Größen eine uneinheitliche Form. Dieses Phänomen wird ohne Unterschied und ohne irgendeine Regelmäßigkeit bei Gesunden und Kranken beobachtet.

COATS untersucht in einem 1965 veröffentlichten Bericht die Beziehung zwischen einseitiger Bogengangsunterempfindlichkeit und Nystagmusbereitschaft. Dazu führt er den kalorischen Test nach FITZGERALD und HALLPIKE durch, allerdings bei geschlossenen Augen und elektronystagmographischer Aufzeichnung. Sein Kollektiv besteht aus 72 Patienten mit einseitiger Bogengangsunterempfindlichkeit. Als Parameter zieht er die maximale Augengeschwindigkeit heran. Aus dieser ermittelt er nach der Formel von VAN EGMOND, GROEN und JONGKEES die Prozentwerte der einseitigen Bogengangsunterempfindlichkeit und Nystagmusbereitschaft. COATS kommt zu dem Ergebnis, daß bei Durchführung des kalorischen Tests mit offenen Augen weniger und nur schwere Fälle von einseitiger Bogengangsunterempfindlichkeit und Nystagmusbereitschaft gefunden werden. Der kalorische Test mit geschlossenen Augen und elektronystagmographischer Aufzeichnung ist also empfindlicher.

BADER und KORNHUBER berichten 1965 über 34 Kranke mit einseitiger Großhirnläsion. Sie untersuchen diese kalorisch nach HALLPIKE, einmal mit offenen Augen bei visueller Fixation, außerdem mit geschlossenen Augen. Zur Auswertung ziehen sie die Parameter Nystagmusdauer, maximale Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase und Schlagzahl heran. Die Untersuchung führen sie unter der Fragestellung durch, ob der experimentelle vestibuläre Nystagmus mit und ohne visueller Fixation bei einseitiger Großhirnläsion verändert ist und ob durch die Vestibularisprüfung mit Fixation eine Lokalisation der Großhirnläsion möglich ist. Die Autoren kommen u.a. zu dem Ergebnis, daß sich eine Verschiebung des vestibulären Richtungsüberwiegens unter Einfluß der visuellen Fixation nur bei subcorticalen Läsionen der hinteren Großhirnregion findet.

MILOJEVIC und WATSON untersuchen 1965 je 15 gesunde Rechts- und Linkshänder. Beim kalorischen Test mit elektronystagmographischer Aufzeichnung werten sie die Parameter Nystagmusdauer, Geschwindigkeit der schnellen und langsamen Phase sowie die Latenz aus. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen können sie nicht feststellen, jedoch finden sie in beiden Gruppen Nystagmusbereitschaft zur linken Seite. 1967 berichtet MILOJEVIC über die Untersuchung von 52 Gesunden und 281 Schwindelkranken. Diese werden bei geschlossenen Augen 30 Sekunden lang nach HALLPIKE stimuliert. Das Augenmerk ist dabei auf Nystagmusbereitschaft und Bogengangsunterempfindlichkeit gerichtet. MILOJEVIC kommt zu dem Ergebnis, daß die Nystagmusbereitschaft, d.h. das nystaktische Richtungsüberwiegen,

von der Qualität des ersten kalorischen Stimulus abhängt. Als Ursache dafür nimmt er eine zeitweilige Ermüdung des Vestibulariskerns an.
Im Gegensatz dazu kommen GRAMOWSKI und UNGER nach Durchführung des kalorischen Tests an insgesamt 40 Probanden zu dem Schluß, daß das Ergebnis durch die Seitenreihenfolge der einzelnen Spülungen und das unterschiedliche Anpassungsvermögen der Probanden an die Versuchssituation nicht beeinflußt wird. Zur Auswertung bedienen sie sich der Reaktionsdauer, der Gesamtschlagzahl und der Gesamtamplitude.
Um mehr Information über das Verhalten der Geschwindigkeit der langsamen Phase zu erhalten, führt MANGABEIRA-ALBERNAZ 1966 den kalorischen Test nach FITZGERALD und HALLPIKE an 10 Gesunden und 104 Schwindelkranken durch. Zusätzlich zu den herkömmlichen Spültemperaturen verwendet er auf 34° und 40°C temperiertes Wasser. Für die beiden letztgenannten Stimuli stellt er eine geringere Variationsbreite fest. Er äußert die Vermutung, daß der kalorische Test mit Spültemperaturen, die näher an der physiologischen Körpertemperatur liegen, möglicherweise eine größere Empfindlichkeit besitzt. Besonders bei zentralen Vestibularisstörungen empfiehlt er diese modifizierte Spültechnik.
FLUUR, MENDEL und LAGERSTRÖM führen 1966 an 68 Personen den perrotatorischen Test mit 7 verschiedenen Beschleunigungsstärken durch. Sie messen die Dauer der Latenzzeit bis zum Anfang des Beschleunigungsnystagmus. Dabei stellen sie fest, daß jede Versuchsperson für sich eine charakteristische Latenzzeithöhe hat, die besser reproduzierbar ist als die einer größeren Gruppe. Außerdem wird die Latenzzeit mit zunehmender Stärke des Beschleunigungsstimulus immer kürzer. 1969 berichten FLUUR und MENDEL über die Durchführung des perrotatorischen Tests mit 4 Beschleunigungsstärken an 22 Gesunden. Diesmal messen sie die Dauer des postakzeleratorischen Nystagmus. Dabei finden sie heraus, daß die Nystagmusdauer mit zunehmender Stärke des Beschleunigungsstimulus zunimmt, wobei ungefähr gleiche Werte für beide Drehrichtungen gemessen werden. Jedoch nimmt die durchschnittliche Nystagmusdauer bei Wiederholung mit derselben Stimulusstärke ab. Über eine ähnliche Versuchsreihe mit 44 Gesunden berichten FLUUR und MENDEL 1970. Sie führen den perrotatorischen Test wieder mit 4 Beschleunigungsstärken für beide Drehrichtungen durch. Ausgewertet wird die sogenannte Einschwingungszeit, d.h. die Dauer der Stimulationszeit bis zum Intensitätsmaximum des perrotatorischen Nystagmus. Sie finden heraus, daß die Einschwingungszeit mit zunehmender Reizstärke abnimmt, wobei

jedoch große individuelle Schwankungen auftreten.

DITTRICH und WILMOT berichten 1965 über die perrotatorische Prüfung von 100 Ohrengesunden. Ziel ihrer Untersuchung ist die Bestimmung der minimalen perrotatorischen Schwelle, d.h. derjenigen Beschleunigung, die gerade noch einen Nystagmus unterhält, ohne daß dieser die Stimulusdauer überschreitet. Sie finden einen Normbereich von 0,6-1,2°/sec² für Gesunde, wobei der Mittelwert der minimalen perrotatorischen Schwelle für beide Drehrichtungen 0,87°/sec² beträgt. Unterschiedliche Schwellenwerte für jede Drehrichtung betrachten sie als normal. Als weitere Parameter im Rahmen des perrotatorischen Tests werten sie Latenzzeit, Gesamtdauer, Amplitude im Kulminationsbereich und perrotatorische Frequenz pro Sekunde aus. Mit Ausnahme der Latenzzeit stellen sie für alle Parameter auf der rechten Seite stärkere Reaktionen fest als auf der linken. Geschlechtsunterschiede fallen ihnen nicht auf.

BOCHENEK und GROMOWA berichten 1967 über die perrotatorische Untersuchung von 97 ohrgesunden Schülern. Von diesen werden 10 Schüler wegen Auftreten eines Spontannystagmus aus dem Kollektiv ausgeschlossen. Ziel der Untersuchung ist die Bestimmung der Drehreizschwelle. Dazu applizieren die Autoren zunehmende Beschleunigungsstimuli und stellen bei geschlossenen Augen mittels Elektronystagmographie die Reizschwelle des perrotatorischen Nystagmus fest. Als Normbereich finden sie 0,2-0,8°/sec², wobei der Mittelwert für beide Drehrichtungen 0,38°/sec² beträgt. Die Drehreizschwelle bei Rechtsdrehung liegt dabei höher als die bei Linksdrehung. Als weiteren Parameter werten die Autoren die durchschnittliche Frequenz des Schwellennystagmus aus.

AANTAA gebraucht den kalorischen Test zur Differentialdiagnose peripherer und zentraler Gleichgewichtsstörungen. Er führt ihn bei Gesunden nach der Technik von HALLPIKE durch. Bei Kranken mit Trommelfellperforation bläst er Luft mit einer Geschwindigkeit von 12 m/sec ins Ohr. Als Parameter zieht er die Augengeschwindigkeit heran. Beim Vergleich beider Verfahren stellt er 1967 fest, daß Luft zwar eine schwächere Reaktion erzeugt als Wasser, diese aber zur Diagnosestellung ausreicht.

NORRIS und RUBIN betrachten den Nystagmus als den signifikantesten Index für Gleichgewichtsstörungen. Sie empfehlen die Nystagmographie sowohl für die klinische Diagnostik als auch zur Einschätzung einer medikamentösen Therapie bei Schwindelleiden. RUBIN schlägt zur Auswertung die Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase, Frequenz im Kulminationsbe-

reich und Dauer der Nystagmusreaktion vor.
COLLINS und GUEDRY berichten 1967 und 1968 über die Durchführung des rotatorischen Tests an Katzen und Menschen. Beide Kollektive werden mit $4°/sec^2$ Beschleunigung unterschiedlich lange akzeleriert. Dabei wird die Reaktion während und nach der Beschleunigung und das Ausmaß der Sekundärreaktion in Abhängigkeit von der Beschleunigungsdauer beobachtet. Die Autoren stellen beim Menschen ein Anhalten der Nystagmusreaktion während der gesamten Beschleunigungsdauer fest. Dagegen nimmt bei der Katze die Nystagmusreaktion nach etwa 20 Sekunden konstanter Winkelbeschleunigung ab. Ebenso fällt auch die Geschwindigkeit der langsamen Phase bei Katzen früher als beim Menschen und bereits vor Stimulusende ab. Als weiterer Parameter werden die Zeit vom Stimulusende bis zum Ende der ersten Nystagmusphase, die Zeit vom Stimulusende bis zum Start der zweiten Nystagmusphase und die Anzahl der Nystagmusschläge der ersten Nystagmusphase nach Stimulusende zur Auswertung herangezogen. Die Autoren stellen außerdem eine Beziehung zwischen Beschleunigungsdauer und Intensität des Sekundärnystagmus fest.
HINCHCLIFFE führt 1967 den kalorischen Test nach HALLPIKE - jedoch mit veränderter Stimulusreihenfolge - sowohl mit offenen als auch mit geschlossenen Augen an 105 Schwindelpatienten durch. Zur Auswertung zieht er die Parameter Nystagmusdauer und maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase heran. Er kommt zu dem Schluß, daß der kalorische Test ohne optische Fixierung, d.h. mit geschlossenen Augen bei elektro-okulographischer Registrierung, zuverlässiger ist zur Beurteilung der Vestibularisfunktion. Im gleichen Jahr berichtet er über die kalorische Prüfung von 50 Menière-Patienten, die er mit geschlossenen Augen und elektro-okulographischer Aufzeichnung durchführt. Er bringt die genannten Parameter in Zusammenhang mit der Gehörschwelle. Dabei kommt er zu dem Ergebnis, daß eine hohe Korrelation mit der Hörschwelle nur für die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase und nur bei kalorischer Warm-Reizung besteht. 1968 führt er die kalorische Warm-Reizung an 20 Ohrengesunden durch. Hier korreliert er die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase mit der Anzahl der Nystagmusschläge zwischen der 60. und 90. Sekunde nach Stimulusbeginn. Die Priorität hat hier die Nystagmusfrequenz. Er stellt fest, daß weniger als 33 Nystagmusschläge in dieser Zeitspanne bzw. eine Differenz von mehr als 20 Nystagmusschlägen zwischen beiden Ohren als abnormaler Befund zu werten sind.
In diesem Zusammenhang erscheint es uns erwähnenswert, daß die von

HINCHCLIFFE benutzte Zeitspanne von 30 Sekunden Dauer wegen ihrer genau festgesetzten Grenzen zwar Ähnlichkeiten aufweist, aber nicht ganz mit dem ebenfalls 30 Sekunden langen Kumulationsbereich übereinstimmt, den CLAUSSEN zur Auswertung der "zentralen Nystagmusfrequenz" heranzieht. Ein Vergleich des Parameters "Nystagmusfrequenz" nach HINCHCLIFFE und des Parameters "zentrale Nystagmusfrequenz" nach CLAUSSEN erscheint uns daher nicht ganz angebracht.

PULEC zieht im Rahmen des kalorischen Tests, den er bei geschlossenen Augen mit elektronystagmographischer Aufzeichnung durchführt, die mittlere Augengeschwindigkeit der schnellen Phase als Parameter heran. Die postkalorische Reaktion zeichnet er nur von der 60. bis 90. Sekunde nach Stimulusbeginn auf. Aus diesem Bereich, der seiner Ansicht nach weitgehend mit dem Kulminationsbereich gleichzusetzen ist, greift er ein 10-Sekundensegment heraus. Für dieses berechnet er die mittlere Augengeschwindigkeit der schnellen Phase und bezieht sie dann auf eine Sekunde.

TIETZE zieht 1969 zur Auswertung sägezahnähnlicher Nystagmuskurven die Parameter Amplitudensumme und mittlere Geschwindigkeit der langsamen Phase heran. Letztere wertet er nach der 1956 von HENRIKSSON angegebenen Methode aus. Er betrachtet sie als Ausgangsbasis für die elektronische Ermittlung und Weiterverarbeitung der interessierenden Parameter. Da ihm die Bestimmung der Geschwindigkeit sowohl der schnellen als auch der langsamen Komponente zu arbeitsintensiv und zeitaufwendig ist, gebraucht er als leichter bestimmbare Parameter Schlagzahl, Amplitude und Nystagmusdauer. Die Schlagzahl ist seiner Ansicht nach von den anderen Parametern unabhängig. Als günstigste Lösung empfiehlt er die Aufzeichnung der Kurve der Geschwindigkeitsimpulse der langsamen Komponente nach HENRIKSSON. Mit ihrer Hilfe kann außer den bereits genannten Parametern auch die Lage des Kulminationsbereiches angegeben werden.

MEHRBOD berichtet über die Durchführung des perrotatorischen Tests an 30 Gesunden. Er beschleunigt von 1°/sec² bis zu einer Endgeschwindigkeit von 90°/sec. Anschließend führt er konstante Rotationen durch, entweder 3 Minuten lang oder bis zur Reduktion der Amplitude des perrotatorischen Nystagmus auf 2,5 mm. Die Amplitude wird dabei als die Normale vom Kulminationspunkt des Nystagmus zur isoelektrischen Null-Linie gemessen. Als weiteren Parameter wertet er den Neigungswinkel der langsamen Phase von der isoelektrischen Null-Linie aus. Er stellt dabei eine hohe Korrelation zwischen Amplitude und Neigungswinkel bei relativ niedriger Standardab-

weichung fest.

WIRTH berichtet 1970 über die kalorische und postrotatorische Untersuchung von 100 hörrestigen bzw. gehörlosen und 12 ohrgesunden Kindern. Im Rahmen des kalorischen Tests setzt er die Parameter Nystagmusdauer und durchschnittliche Gesamtschlagzahl in Beziehung zum Grad des Hörvermögens. Er kommt zu dem Ergebnis, daß zwischen Abnahme des Hörvermögens und Erregbarkeit der Gleichgewichtsorgane keine Proportionalität besteht.

BRUNER und NORRIS berichten 1971 über ein Kollektiv von 293 Schwindelpatienten, das sie in 6 Altersgruppen aufteilen und kalorisch untersuchen. Sie irrigieren den Patienten bei geschlossenen Augen 250 ml Wasser von 31,5° bzw. 44°C innerhalb von 30 Sekunden. Zur Kontrolle der Aufmerksamkeit erhält jeder Patient einfache Rechenaufgaben. Als Parameter werden die Latenzzeit bis zum ersten Nystagmusschlag, die Dauer der ersten Nystagmusphase, Frequenz, Amplitude und maximale Augengeschwindigkeit herangezogen. Für die Berechnung der drei letzten Parameter gebrauchen die Autoren ein 15 Nystagmusschläge breites Segment aus dem Kulminationsbereich der Nystagmusreaktion. Weiterhin werden zwei Indizes der vestibulären Symmetrie ausgewertet, nämlich die einseitige Unterempfindlichkeit (unilateral weakness) als prozentuale Differenz zwischen den Reaktionen des linken und rechten Labyrinths sowie die Nystagmusbereitschaft als prozentuale Differenz zwischen dem links- und rechtsschlagenden Nystagmus beider Labyrinthe. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, daß die Stärke der Nystagmusreaktion bis etwa zum 60. bis 70. Lebensjahr ansteigt, um danach wieder abzunehmen. Dies gilt insbesondere für die Frequenz und bei kalorischer Warmreaktion. Latenz und Amplitude haben dagegen ihre höchsten Werte bei den Jugendlichen. Zwischen Hörvermögen und kalorischem Nystagmus können die Autoren keine Abhängigkeit feststellen.

HACISKA berichtet 1973 über den kalorischen Test an 8 Gesunden ohne und unter Drogeneinfluß, den er sowohl mit offenen Augen und fixiertem Blick als auch mit geschlossenen Augen durchführt. Ausgewertet werden die Parameter maximale Geschwindigkeit und Frequenz, d.h. Anzahl der Nystagmusschläge pro 10 Sekunden im Kulminationsbereich. HACISKA kommt zu dem Ergebnis, daß Augenschluß ohne Fixation steigernden Einfluß auf die Nystagmusreaktion beim Gesunden hat. Öffnen der Augen mit Fixation dagegen unterdrückt den Nystagmus beim Gesunden. Das jeweils umgekehrte Ergebnis wird erzielt, wenn die Versuchsperson unter Einfluß von Drogen mit Hemmwirkung auf die Formatio reticularis steht. Der Autor empfiehlt, die elek-

tronystagmographische Untersuchung sowohl bei geschlossenen als auch bei geöffneten Augen durchzuführen.

PFALTZ wertet 1974 als quantitativen Parameter die Nystagmusamplitude aus. Die Gesamtamplitude hält er wegen zu starker intraindividueller Schwankungen für unbrauchbar. Zur Beurteilung der Vestibularisreaktion zieht er den Mittelwert der Amplitude, bezogen auf ein 5-Sekundenintervall im Kulminationsbereich, heran. Sein Interesse gilt der Wertänderung dieses Parameters durch vestibuläre und extravestibuläre Faktoren. Er findet heraus, daß die Amplitude im Kulminationsbereich bei peripheren Läsionen verkürzt, bei corticalen und subcorticalen Läsionen sowie bei disseminierter Sklerose abnormal vergrößert wird. Bei Blickfixierung wird die Amplitude verkürzt bis zum Verschwinden des Nystagmus. Außerdem scheint dieser Parameter altersabhängig zu sein. So zeigen Kinder eine größere Amplitude als Greise, sowohl beim kalorischen als auch beim rotatorischen Test. Durch Nikotingenuß wird die Amplitude verkürzt bei gleichzeitiger Zunahme der Frequenz. Die Geschwindigkeit der langsamen Phase bleibt davon unbeeinflußt. Durch erhöhte Aufmerksamkeit kann die Amplitude vergrößert werden. Durch wiederholte vestibuläre Stimuli wird die Amplitude, nicht aber die Frequenz beeinflußt.

AUST führt den kalorischen Test nach der von CLAUSSEN angegebenen Methode durch. 1972 wertet er aus 560 ENG-Kurven von 140 unausgesuchten neurootologischen Routinepatienten den Parameter Nystagmusdauer aus. Er stellt fest, daß eine randscharfe Trennung zwischen Postkalorius I und II fast unmöglich ist. Die Untersuchung mittels elektronystagmographischer Aufzeichnung bei geschlossenen Augen ist seiner Ansicht nach objektiver als die herkömmliche HALLPIKE-Methode mit offenen Augen oder mit BARTELS-FRENZEL-Brille. Jedoch ist auch mit dieser Methode die Nystagmusdauer nur schwer zu bestimmen. Ähnliches gilt auch für die Latenzzeit. Beide Parameter können bei einem der kalorischen Reaktion gleichgerichteten Spontannystagmus von der Spontanaktivität nicht abgegrenzt werden. Bei entgegengesetzt gerichtetem Spontannystagmus verlagert sich der Reaktionsbeginn auf einen späteren Zeitpunkt. Nystagmusdauer und kalorische Latenzzeit sind also sehr variable Parameter. Die Beurteilung der Gleichgewichtsfunktion sollte sich nicht auf diese stützen. Vielmehr sollten nach Meinung von AUST und CLAUSSEN genauere Meßwerte wie die zentrale Nystagmusfrequenz, die Geschwindigkeit der langsamen Phase oder die Amplitude für die klinische Diagnostik verwendet werden. Diese sind unabhängig vom Spontannystag-

mus und besser reproduzierbar. Es sei noch erwähnt, daß die Autoren bei Gaskalorisation eine Verkürzung der Latenzzeit feststellen.
1979 berichtet AUST über die äquilibriometrischen Befunde bei der Auswahl von 20 vorselektierten europäischen Astronauten. Diese sind u.a. kalorisch und rotatorisch nach CLAUSSEN untersucht worden. Im Rahmen des kalorischen Tests zieht AUST die Parameter Frequenz, maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase und mittlere Amplitude im Kulminationsbereich heran. Außerdem berechnet er nach den von VAN EGMOND, GROEN und JONGKEES entwickelten Formeln Seitendifferenzen und Richtungsüberwiegen für die Frequenz und die Geschwindigkeit der langsamen Phase. Perrotatorisch wertet er die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase und die mittlere Nystagmusamplitude im Kulminationsmaximum aus. Auch hier berechnet er die Seitendifferenzen. Mindestens 4 der Probanden müssen wegen von der ESA-Norm (european space agency) abweichender Befunde als nicht verwendungsfähig eingestuft werden. 4 weitere Probanden zeigen Grenzbefunde. AUST beurteilt die kalorische und rotatorische Untersuchung als besonders aussagefähig in der Aufdeckung von Störungen im vestibulo-okulären, retino-okulären und vestibulo-vegetativen System. Wegen der geringen Größe seines Kollektivs und der relativ großen Zahl abweichender Befunde soll auf einen Vergleich seiner Ergebnisse mit den unsrigen verzichtet werden.

2. Die Wertung der Nystagmusanalyse NODEC III

Wie die vorausgehende Übersicht zeigt, bestehen zwischen den einzelnen Untersuchern deutliche Unterschiede bezüglich Stimulusapplikation, Durchführung und Auswertung der supraliminalen Tests. Ebenso variiert die Größe der untersuchten Kollektive. Diese umfassen selten mehr als 100 Probanden und betragen somit nur etwa 1% der Größe unseres Kollektivs von 10 284 Patienten. Unserer Meinung nach ist ein Kollektiv erst ab einer Größe von mindestens 1500 Probanden repräsentativ.

Wie bereits erwähnt, führen wir den kalorischen Test nach der von CLAUSSEN modifizierten HALLPIKE-Methode durch. Wir spülen 30 Sekunden lang mit 20 ml 30° bzw. 44°C warmem Wasser. Durch die Spülmenge von nur 20 ml Wasser wird eine Nystagmusreaktion erzeugt, die statistisch mit ihrer Frequenz leicht oberhalb der des Spontannystagmus mit bis zu 20 Schlägen pro 30 Sekunden liegt. Eine sichere Unterscheidung des kalorischen vom Spontannystagmus ist somit möglich. Gleichzeitig stellt diese Spülmenge eine minimale Belastung für den Patienten dar.

Im Rahmen der supraliminalen Tests werten wir einen Kulminationsbereich von 30 Sekunden Dauer aus. Wir wählen diese Zeitspanne, da im statistischen Mittel das Plateau des Kulminationsbereichs 30 Sekunden breit ist. Ein weiterer Vorteil unserer Methode liegt darin, daß wir die Grenzen des Kulminationsbereichs nicht von vornherein fixieren, wie z.B. auf die 60. und 90. Sekunde (PULEC, HINCHCLIFFE). Vielmehr werden diese - wie bereits beschrieben - an Hand der ENG-Kurve durch Auszählen bestimmt. Jeder Proband besitzt also individuelle Grenzwerte. Auf diese Weise bleibt unsere Methode flexibel und kann optimal mit der Realität in Einklang gebracht werden. Die auf diesen wirklichkeitsgetreuen Kulminationsbereich bezogenen Parameter Nystagmusfrequenz und Kumulationslatenz zeichnen sich somit durch hohe Gültigkeit und Zuverlässigkeit aus.

Kalorische und perrotatorische Nystagmusfrequenz werden von uns jeweils für 30 Sekunden Zähldauer angegeben. Die Anzahl der Nystagmusschläge kann wegen der Dreiecksgestalt des einzelnen Nystagmusschlags nicht mit Sicherheit auf einen Schlag genau angegeben werden. So ergibt sich bei uns zwangsläufig ein Zählfehler von 3,3%, falls bei 1 Hz 1 Schlag übersehen oder zuviel gezählt wird. Bezieht man, wie von anderen Autoren praktiziert, die zentrale Nystagmusfrequenz auf ein Intervall von 10 Sekunden, so beträgt der Zählfehler bereits 10%. Bei Auswertung eines Intervalls von nur

5 Sekunden Dauer (TOROK) beträgt der Zählfehler sogar 20%.
Diese Beispiele zeigen, daß der Vergleich der Untersuchungsergebnisse verschiedener Autoren unsinnig bzw. irreführend sein kann, wenn diese ihre Parameter unter verschiedenen Versuchsbedingungen gewinnen und zudem noch unterschiedlich auswerten.
Statistiken anderer Autoren, die mit der unsrigen vergleichbar wären, haben wir trotz gründlicher Durchsicht der Literatur nicht ausfindig machen können. Sämtliche der genannten Autoren führen die supraliminalen Vestibularistests unter anderen Versuchsbedingungen durch, untersuchen deutlich kleinere Kollektive oder ziehen andere Parameter zur Auswertung heran. Uneinigkeit herrscht unter den Autoren über die Frage, ob der Proband mit offenen oder geschlossenen Augen untersucht werden soll. ASCHAN errechnet eine Abnahme der Nystagmusintensität auf ein Zehntel des Ausgangswertes durch Öffnen der Augen. PFALTZ stellt eine Verkürzung der Amplitude bis zum Verschwinden des Nystagmus fest. COATS hält den Test mit offenen Augen für weniger empfindlich. HACISKA beobachtet bei Augenschluß einen steigernden Einfluß auf die Nystagmusreaktion. Nach Meinung von AUST ist das Verfahren mit geschlossenen Augen und elektronystagmographischer Aufzeichnung objektiver als die herkömmliche HALLPIKE-Methode. Aufgrund unserer klinischen Erfahrung stimmen wir mit den genannten Autoren überein, umso mehr noch, als durch das Schließen der Augen ein optokinetischer Nystagmus vermieden wird.
Zusammenfassend empfehlen wir, die supraliminalen Tests unter den von CLAUSSEN angegebenen Versuchsbedingungen mit geschlossenen Augen und elektronystagmographischer Aufzeichnung durchzuführen. Zur Auswertung sind unserer Meinung nach die Parameter Zentrale Nystagmusfrequenz und Kumulationslatenz optimal geeignet.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Analyse der kalorischen, perrotatorischen und postrotatorischen Vestibularisreaktion.
Zunächst wird auf die Physiologie des Innenohrs, insbesondere des lateralen Bogenganges eingegangen. Dieser kann im Rahmen der kalorischen und rotatorischen Tests auf verschiedene Weise stimuliert werden. Reizaufnahme und Weiterleitung an den Augendipol sowie der daraus resultierende Nystagmusschlag werden besprochen.
Die kalorischen und rotatorischen Tests führen wir nach der von CLAUSSEN angegebenen Methode durch. Versuchsdurchführung sowie Auswertung mittels Elektronystagmographie sind ausführlich beschrieben.
Zur Aufzeichnung der Ergebnisse verwenden wir Vestibularistestbogen und RIDT-Schema nach CLAUSSEN. Ihr Vorteil liegt in der schnellen Erfaßbarkeit und der objektiven, d.h. vom Untersucher unabhängigen Darstellung der Ergebnisse in graphischer und numerischer Form.
Die Anamnese erheben wir mittels des einheitlichen NODEC-Schemas nach CLAUSSEN. Dieses führt den Untersucher in der Befragung, erspart Zeit und ist zudem objektiv.
Der Aufbau der Datenbank NODEC III sowie die statistischen Verfahren der Kodierung, Speicherung und Auswertung unserer Ergebnisse werden erläutert.
Unser Kollektiv besteht aus 10 284 neurootologischen Routinepatienten. Altersaufbau, Geschlechts-, Größen- und Gewichtsverteilung werden untersucht. Außerdem vergleichen wir unser Kollektiv mit der Bevölkerung der BRD.
Als Parameter der supraliminalen Tests verwenden wir zentrale Frequenz und Kumulationslatenz. Im Rahmen des postrotatorischen Tests werten wir die Schlagsumme aus. Außerdem berechnen wir die Steigung der postrotatorischen Kennlinien. Die parameterbezogenen Ergebnisse können dem umfangreichen Ergebnis-Tabellenwerk entnommen werden. Sie sind dort sowohl für das Gesamtkollektiv als auch für nach Alter und Geschlecht geordnete Teilkollektive aufgeführt.
Eine Übersicht über die Verteilung der Schmetterlings- und RIDT-Muster schließt sich dem Tabellenwerk an.
Abschließend werden die supraliminalen Vestibularistests und die verwendeten Bewertungsparameter aus der Sicht verschiedener Autoren dargestellt.

Es bestehen je nach Untersucher Unterschiede in der Stimulusapplikation, der Durchführung der Versuche sowie der Auswahl und Analyse der Parameter. Ein paralleler Vergleich mit unseren Ergebnissen ist somit kaum möglich. Die Bedeutung der von uns praktizierten Untersuchungstechniken wird kurz erklärt.

Zur reproduzierbaren Abwicklung der kalorischen, per- und postrotatorischen Vestibularisreaktion empfehlen wir die Durchführung dieser Tests unter den von CLAUSSEN genannten Versuchsbedingungen.

VI. ANHANG : Tabellenverzeichnis

Tabelle	Quantitativer Parameter
1	Gesamtverteilung NODEC III : alle Patienten gemeinsam
2	Gesamtverteilung NODEC III : männliche Patienten
3	Gesamtverteilung NODEC III : weibliche Patienten
4	Altersverteilung
5	Altersvergleich BRD - NODEC III
6	Körpergröße
7	Körpergewicht
8	Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 44°
9	Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 30°
10	Zentrale Nystagmusfrequenz links 44°
11	Zentrale Nystagmusfrequenz links 30°
12	Kumulationslatenz rechts 44°
13	Kumulationslatenz rechts 30°
14	Kumulationslatenz links 44°
15	Kumulationslatenz links 30°
16	Perrotatorische Frequenz rechts
17	Perrotatorische Frequenz links
18	Perrotatorische Kumulation rechts
19	Perrotatorische Kumulation links
20	Postrotatorische Schlagsumme rechts 5 sec
21	Postrotatorische Schlagsumme rechts 10 sec
22	Postrotatorische Schlagsumme rechts 20 sec
23	Postrotatorische Schlagsumme rechts 30 sec
24	Postrotatorische Schlagsumme links 5 sec
25	Postrotatorische Schlagsumme links 10 sec
26	Postrotatorische Schlagsumme links 20 sec
27	Postrotatorische Schlagsumme links 30 sec
28	Postrotatorische Kennliniensteigung rechts
29	Postrotatorische Kennliniensteigung links
30	Verteilung der Schmetterlingsmuster
31	Verteilung der RIDT-Muster

Parameter	Anzahl	Normbereich
Probanden	10284	
Alter (Jahre)	9789	42 ± 18
Gewicht (kg)	7066	70 ± 14
Größe (cm)	7078	168 ± 10
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 44°	8476	39 ± 18
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 30°	9312	45 ± 20
Zentrale Nystagmusfrequenz links 44°	8535	42 ± 19
Zentrale Nystagmusfrequenz links 30°	9222	46 ± 21
Kumulationslatenz rechts 44°	8447	69 ± 19
Kumulationslatenz rechts 30°	9275	69 ± 19
Kumulationslatenz links 44°	8504	69 ± 19
Kumulationslatenz links 30°	9183	69 ± 19
Perrotatorische Frequenz rechts	6817	46 ± 19
Perrotatorische Frequenz links	6812	43 ± 18
Perrotatorische Kumulation rechts	6075	25 ± 8
Perrotatorische Kumulation links	6041	24 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme rechts 5 sec	5542	11 ± 5
Postrotatorische Schlagsumme rechts 10 sec	5524	21 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme rechts 20 sec	5461	37 ± 15
Postrotatorische Schlagsumme rechts 30 sec	5232	50 ± 20
Postrotatorische Schlagsumme links 5 sec	5563	12 ± 5
Postrotatorische Schlagsumme links 10 sec	5569	22 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme links 20 sec	5531	39 ± 15
Postrotatorische Schlagsumme links 30 sec	5414	52 ± 20
Postrotatorische Kennliniensteigung rechts	5215	0,776 ± 0,231
Postrotatorische Kennliniensteigung links	5405	0,779 ± 0,212

Tab. 1) Gesamtverteilung NODEC III : quantitative Parameter aller Patienten gemeinsam

Parameter	Anzahl	Normbereich
Probanden	5665	
Alter (Jahre)	5428	41 ± 18
Gewicht (kg)	3986	75 ± 13
Größe (cm)	4005	173 ± 9
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 44°	4662	39 ± 18
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 30°	5142	44 ± 20
Zentrale Nystagmusfrequenz links 44°	4688	41 ± 19
Zentrale Nystagmusfrequenz links 30°	5062	45 ± 21
Kumulationslatenz rechts 44°	4649	69 ± 19
Kumulationslatenz rechts 30°	5124	69 ± 19
Kumulationslatenz links 44°	4672	69 ± 18
Kumulationslatenz links 30°	5046	69 ± 19
Perrotatorische Frequenz rechts	3893	46 ± 19
Perrotatorische Frequenz links	3895	43 ± 19
Perrotatorische Kumulation rechts	3473	25 ± 7
Perrotatorische Kumulation links	3457	24 ± 8
Postrotatorische Schlagsumme rechts 5 sec	3190	11 ± 5
Postrotatorische Schlagsumme rechts 10 sec	3179	21 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme rechts 20 sec	3136	38 ± 16
Postrotatorische Schlagsumme rechts 30 sec	2988	50 ± 21
Postrotatorische Schlagsumme links 5 sec	3198	12 ± 6
Postrotatorische Schlagsumme links 10 sec	3204	22 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme links 20 sec	3181	40 ± 15
Postrotatorische Schlagsumme links 30 sec	3103	52 ± 20
Postrotatorische Kennliniensteigung rechts	2982	0,770 ± 0,230
Postrotatorische Kennliniensteigung links	3101	0,772 ± 0,216

Tab. 2) Gesamtverteilung NODEC III : quantitative Parameter der männlichen Patienten

Parameter	Anzahl	Normbereich
Probanden	4614	
Alter (Jahre)	4358	43 ± 19
Gewicht (kg)	3078	63 ± 12
Größe (cm)	3071	162 ± 8
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 44°	3812	40 ± 19
Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 30°	4166	45 ± 20
Zentrale Nystagmusfrequenz links 44°	3845	43 ± 19
Zentrale Nystagmusfrequenz links 30°	4156	46 ± 21
Kumulationslatenz rechts 44°	3796	69 ± 19
Kumulationslatenz rechts 30°	4147	70 ± 19
Kumulationslatenz links 44°	3830	69 ± 19
Kumulationslatenz links 30°	4133	69 ± 19
Perrotatorische Frequenz rechts	2921	45 ± 19
Perrotatorische Frequenz links	2914	43 ± 18
Perrotatorische Kumulation rechts	2599	25 ± 8
Perrotatorische Kumulation links	2581	25 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme rechts 5 sec	2348	11 ± 5
Postrotatorische Schlagsumme rechts 10 sec	2341	21 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme rechts 20 sec	2321	37 ± 15
Postrotatorische Schlagsumme rechts 30 sec	2240	49 ± 20
Postrotatorische Schlagsumme links 5 sec	2361	11 ± 5
Postrotatorische Schlagsumme links 10 sec	2361	22 ± 9
Postrotatorische Schlagsumme links 20 sec	2346	39 ± 15
Postrotatorische Schlagsumme links 30 sec	2307	51 ± 20
Postrotatorische Kennliniensteigung rechts	2229	0,784 ± 0,232
Postrotatorische Kennliniensteigung links	2300	0,789 ± 0,207

Tab. 3) Gesamtverteilung NODEC III : quantitative Parameter der weiblichen Patienten

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g	m	w	g
bis 5	188	170	358						
- 10	151	110	261	339	280	619			
- 15	144	123	267						
- 20	253	192	445	397	315	712	736	595	1331
- 25	357	230	587						
- 30	368	272	640	725	502	1227			
- 35	515	309	824						
- 40	507	383	890	1022	692	1714	1747	1194	2941
- 45	547	347	894						
- 50	610	458	1068	1157	805	1962			
- 55	542	509	1051						
- 60	464	454	918	1006	963	1969	2163	1768	3931
- 65	375	328	703						
- 70	220	249	469	595	577	1172			
- 75	118	163	281						
- 80	52	43	95	170	206	376	765	783	1548
- 85	16	12	28						
- 90	1	6	7	17	18	35			
- 95	-	-	-						
- 100	-	-	-	-	-	-	17	18	35

Tab. 4) Altersverteilung NODEC III
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	B R D			NODEC III		
	m	w	g	m	w	g
bis 5	5,2	4,5	4,8	3,5	3,9	3,7
- 10	6,9	6,0	6,4	2,8	2,5	2,7
- 15	9,0	7,8	8,4	2,7	2,8	2,7
- 20	8,6	7,5	8,0	4,7	4,4	4,5
- 25	7,6	6,7	7,1	6,6	5,3	6,0
- 30	7,5	6,5	7,0	6,8	6,2	6,5
- 35	6,7	5,7	6,2	9,5	7,1	8,4
- 40	8,6	7,3	7,9	9,3	8,8	9,1
- 45	7,9	6,8	7,3	10,1	8,0	9,1
- 50	6,5	5,7	6,1	11,2	10,5	10,9
- 55	5,7	6,2	6,0	10,0	11,7	10,7
- 60	4,7	6,2	5,5	8,5	10,4	9,4
- 65	3,4	4,7	4,1	6,9	7,5	7,2
- 70	4,4	6,2	5,4	4,1	5,7	4,8
- 75	3,6	5,3	4,5	2,2	3,7	2,9
- 80	2,3	3,8	3,1	1,0	1,0	1,0
- 85	1,0	2,1	1,6	0,3	0,3	0,3
- 90	0,4	0,8	0,6	0,0	0,1	0,1
- 95	0,1	0,2	0,2	-	-	-
- 100	-	-	-	-	-	-

Tab. 5) Vergleich der prozentualen Altersverteilung der Bevölkerung der BRD im Jahre 1978 und unseres Kollektivs NODEC III
m = männliche Personen
w = weibliche Personen
g = alle Personen gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g	m	w	g
bis 5	107 ± 39	100 ± 12	103 ± 28						
- 10	134 ± 11	128 ± 13	131 ± 12	131 ± 19	124 ± 16	128 ± 17			
- 15	160 ± 11	156 ± 10	158 ± 11				(n= 336)	(n= 257)	(n= 593)
- 20	175 ± 8	165 ± 7	171 ± 9	170 ± 12	162 ± 9	167 ± 11	166 ± 18	156 ± 17	162 ± 18
- 25	176 ± 7	166 ± 7	172 ± 9						
- 30	175 ± 12	165 ± 6	171 ± 11	175 ± 10	165 ± 6	171 ± 10			
- 35	175 ± 7	165 ± 6	172 ± 8				(n= 1340)	(n= 884)	(n= 2225)
- 40	175 ± 7	164 ± 6	170 ± 8	175 ± 7	164 ± 6	171 ± 8	175 ± 8	165 ± 6	171 ± 9
- 45	174 ± 6	164 ± 7	170 ± 8						
- 50	173 ± 6	163 ± 6	169 ± 8	173 ± 6	163 ± 6	169 ± 8			
- 55	172 ± 7	162 ± 7	167 ± 8				(n= 1744)	(n= 1350)	(n= 3095)
- 60	172 ± 7	162 ± 7	167 ± 8	172 ± 7	162 ± 7	167 ± 8	173 ± 6	163 ± 7	168 ± 8
- 65	171 ± 6	162 ± 7	167 ± 8						
- 70	170 ± 7	162 ± 6	166 ± 8	171 ± 6	162 ± 6	166 ± 8			
- 75	170 ± 8	160 ± 7	164 ± 9				(n= 564)	(n= 564)	(n= 1128)
- 80	168 ± 19	162 ± 6	165 ± 15	169 ± 13	160 ± 7	164 ± 11	170 ± 8	162 ± 7	166 ± 8
- 85	169 ± 9	161 ± 6	166 ± 9						
- 90	-	154 ± 5	154 ± 6	169 ± 9	159 ± 7	164 ± 10			
- 95	-	-	-				(n= 15)	(n= 14)	(n= 29)
- 100	-	-	-	-	-	-	169 ± 9	159 ± 7	164 ± 10

Tab. 6) Verteilung der Körpergröße unseres Kollektivs NODEC III

m = männliche Patienten w = weibliche Patienten g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g	m	w	g
bis 5	28 ± 30	16 ± 3	22 ± 19						
- 10	28 ± 7	30 ± 9	29 ± 8	28 ± 11	29 ± 10	28 ± 10			
- 15	49 ± 13	46 ± 11	47 ± 12				(n= 334)	(n= 262)	(n= 596)
- 20	67 ± 14	57 ± 9	63 ± 13	61 ± 16	53 ± 11	58 ± 15	57 ± 19	49 ± 14	54 ± 17
- 25	72 ± 10	60 ± 11	68 ± 12						
- 30	75 ± 10	59 ± 10	69 ± 13	74 ± 10	59 ± 11	68 ± 13			
- 35	78 ± 10	61 ± 11	72 ± 13				(n= 1338)	(n= 884)	(n= 2223)
- 40	78 ± 12	63 ± 11	71 ± 14	78 ± 11	63 ± 11	72 ± 13	76 ± 11	61 ± 11	70 ± 13
- 45	77 ± 10	66 ± 11	73 ± 12						
- 50	78 ± 11	66 ± 13	73 ± 13	79 ± 11	66 ± 12	73 ± 13			
- 55	77 ± 11	67 ± 11	72 ± 12				(n= 1734)	(n= 1359)	(n= 3094)
- 60	78 ± 11	65 ± 10	72 ± 12	77 ± 11	66 ± 11	72 ± 12	78 ± 11	66 ± 11	73 ± 12
- 65	76 ± 10	65 ± 11	71 ± 12						
- 70	74 ± 11	65 ± 11	69 ± 12	75 ± 10	65 ± 11	70 ± 12			
- 75	75 ± 10	62 ± 10	68 ± 12				(n=561)	(n= 557)	(n= 1118)
- 80	76 ± 19	64 ± 10	71 ± 17	75 ± 13	63 ± 10	69 ± 13	75 ± 11	65 ± 11	70 ± 12
- 85	67 ± 14	54 ± 8	62 ± 14						
- 90	-	51 ± 15	51 ± 15	67 ± 14	53 ± 10	60 ± 14			
- 95	-	-	-				(n= 15)	(n= 14)	(n= 29)
- 100	-	-	-	-	-	-	67 ± 14	53 ± 10	60 ± 14

Tab. 7) Verteilung des Körpergewichts unseres Kollektivs NODEC III

m = männliche Patienten w = weibliche Patienten g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	23 ± 8	30 ± 8	26 ± 9			
- 10	31 ± 12	30 ± 11	30 ± 12			
- 15	33 ± 13	31 ± 12	32 ± 13	(n= 435)	(n= 338)	(n= 773)
- 20	36 ± 16	37 ± 15	36 ± 15	34 ± 14	33 ± 14	34 ± 14
- 25	36 ± 17	38 ± 18	37 ± 17			
- 30	38 ± 17	39 ± 17	39 ± 17			
- 35	41 ± 19	38 ± 18	40 ± 19	(n= 1449)	(n= 1033)	(n= 2483)
- 40	38 ± 18	40 ± 19	39 ± 18	38 ± 18	39 ± 18	39 ± 18
- 45	39 ± 19	42 ± 20	40 ± 19			
- 50	38 ± 18	42 ± 19	40 ± 18			
- 55	40 ± 19	41 ± 19	40 ± 19	(n= 1912)	(n= 1523)	(n= 3436)
- 60	40 ± 20	42 ± 20	41 ± 20	39 ± 19	42 ± 19	40 ± 19
- 65	40 ± 20	41 ± 20	41 ± 20			
- 70	40 ± 18	43 ± 20	41 ± 19			
- 75	40 ± 19	39 ± 19	39 ± 19	(n= 666)	(n= 695)	(n= 1361)
- 80	43 ± 21	37 ± 22	40 ± 21	40 ± 19	41 ± 20	41 ± 20
- 85	35 ± 16	47 ± 24	40 ± 20			
- 90	-	36 ± 27	36 ± 27			
- 95	-	-	-	(n= 15)	(n= 15)	(n= 30)
- 100	-	-	-	35 ± 16	43 ± 24	39 ± 21

Tab. 8) Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 44°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	30 ± 11	29 ± 10	29 ± 10			
- 10	36 ± 16	35 ± 12	35 ± 14			
- 15	38 ± 14	36 ± 13	37 ± 14	(n= 486)	(n= 385)	(n= 871)
- 20	43 ± 17	41 ± 17	42 ± 17	39 ± 16	38 ± 15	39 ± 16
- 25	42 ± 18	44 ± 19	43 ± 19			
- 30	44 ± 17	46 ± 20	45 ± 18			
- 35	47 ± 20	45 ± 20	46 ± 20	(n= 1637)	(n= 1124)	(n= 2762)
- 40	45 ± 20	46 ± 19	46 ± 20	45 ± 19	45 ± 20	45 ± 19
- 45	46 ± 21	47 ± 20	47 ± 21			
- 50	44 ± 21	49 ± 21	46 ± 21			
- 55	44 ± 20	46 ± 20	45 ± 20	(n= 2055)	(n= 1666)	(n= 3723)
- 60	46 ± 21	48 ± 23	47 ± 22	45 ± 21	47 ± 21	46 ± 21
- 65	46 ± 21	46 ± 21	46 ± 21			
- 70	43 ± 21	47 ± 21	45 ± 21			
- 75	46 ± 21	45 ± 23	45 ± 22	(n= 725)	(n= 738)	(n= 1463)
- 80	40 ± 18	42 ± 19	41 ± 18	44 ± 21	46 ± 21	45 ± 21
- 85	40 ± 17	43 ± 15	41 ± 16			
- 90	-	36 ± 14	38 ± 14			
- 95	-	-	-	(n= 16)	(n= 16)	(n= 32)
- 100	-	-	-	40 ± 17	41 ± 17	40 ± 16

Tab. 9) Zentrale Nystagmusfrequenz rechts 30°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	29 ± 14	29 ± 10	29 ± 13			
- 10	34 ± 12	34 ± 12	34 ± 12			
- 15	35 ± 13	34 ± 12	35 ± 12	(n= 445)	(n= 348)	(n= 793)
- 20	41 ± 16	38 ± 14	39 ± 15	37 ± 15	36 ± 13	37 ± 14
- 25	41 ± 17	41 ± 17	41 ± 17			
- 30	42 ± 17	40 ± 17	41 ± 17			
- 35	44 ± 21	41 ± 18	43 ± 20	(n= 1465)	(n= 1036)	(n= 2502)
- 40	42 ± 19	42 ± 18	42 ± 19	42 ± 19	41 ± 18	42 ± 18
- 45	44 ± 20	42 ± 20	43 ± 20			
- 50	42 ± 19	45 ± 20	44 ± 19			
- 55	40 ± 19	44 ± 20	42 ± 19	(n= 1907)	(n= 1544)	(n= 3452)
- 60	42 ± 19	46 ± 22	44 ± 21	42 ± 19	45 ± 20	43 ± 20
- 65	42 ± 19	43 ± 19	43 ± 19			
- 70	40 ± 18	44 ± 19	42 ± 19			
- 75	42 ± 21	43 ± 23	42 ± 22	(n= 671)	(n= 696)	(n= 1367)
- 80	36 ± 17	37 ± 17	36 ± 17	41 ± 19	43 ± 20	42 ± 20
- 85	37 ± 16	47 ± 25	41 ± 20			
- 90	-	42 ± 18	42 ± 18			
- 95	-	-	-	(n= 15)	(n= 15)	(n= 15)
- 100	-	-	-	37 ± 16	46 ± 23	41 ± 20

Tab. 10) Zentrale Nystagmusfrequenz links 44°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	28 ± 11	29 ± 11	28 ± 11			
- 10	33 ± 11	34 ± 12	34 ± 12			
- 15	36 ± 14	33 ± 13	35 ± 14	(n= 482)	(n= 382)	(n= 864)
- 20	42 ± 18	42 ± 16	42 ± 17	38 ± 16	37 ± 15	38 ± 16
- 25	42 ± 19	44 ± 19	43 ± 19			
- 30	45 ± 19	45 ± 19	45 ± 19			
- 35	49 ± 23	46 ± 21	48 ± 22	(n= 1578)	(n= 1121)	(n= 2700)
- 40	46 ± 25	47 ± 20	46 ± 23	46 ± 22	46 ± 20	46 ± 21
- 45	46 ± 22	48 ± 22	47 ± 22			
- 50	46 ± 22	48 ± 22	47 ± 22			
- 55	46 ± 22	48 ± 21	47 ± 22	(n= 2041)	(n= 1663)	(n= 3706)
- 60	46 ± 22	50 ± 24	48 ± 23	46 ± 22	48 ± 22	47 ± 22
- 65	46 ± 23	48 ± 23	47 ± 23			
- 70	44 ± 20	46 ± 21	45 ± 21			
- 75	42 ± 22	43 ± 21	42 ± 21	(n= 722)	(n= 735)	(n= 1457)
- 80	40 ± 19	42 ± 21	41 ± 20	45 ± 22	46 ± 22	45 ± 22
- 85	35 ± 16	44 ± 28	39 ± 22			
- 90	-	35 ± 16	36 ± 15			
- 95	-	-	-	(n = 16)	(n= 17)	(n= 33)
- 100	-	-	-	35 ± 16	41 ± 24	38 ± 20

Tab. 11) Zentrale Nystagmusfrequenz links 30°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	64 ± 19	57 ± 16	62 ± 18			
- 10	71 ± 18	66 ± 18	68 ± 18			
- 15	69 ± 18	70 ± 19	69 ± 18	(n= 434)	(n= 337)	(n= 771)
- 20	68 ± 19	70 ± 19	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 25	69 ± 20	67 ± 19	68 ± 19			
- 30	70 ± 18	70 ± 19	70 ± 18			
- 35	67 ± 18	68 ± 18	68 ± 18	(n= 1445)	(n= 1029)	(n= 2475)
- 40	68 ± 18	70 ± 19	69 ± 19	68 ± 18	69 ± 19	69 ± 18
- 45	68 ± 18	68 ± 17	68 ± 18			
- 50	69 ± 18	68 ± 19	69 ± 18			
- 55	68 ± 19	69 ± 19	68 ± 19	(n= 1908)	(n= 1514)	(n= 3423)
- 60	69 ± 19	70 ± 20	70 ± 19	68 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 65	68 ± 18	69 ± 17	68 ± 18			
- 70	69 ± 19	70 ± 18	70 ± 18			
- 75	69 ± 22	67 ± 19	68 ± 20	(n= 663)	(n= 693)	(n= 1356)
- 80	70 ± 20	70 ± 21	70 ± 20	69 ± 19	69 ± 18	69 ± 18
- 85	60 ± 20	73 ± 15	65 ± 19			
- 90	-	67 ± 19	67 ± 19			
- 95	-	-	-	(n= 15)	(n= 15)	(n= 30)
- 100	-	-	-	60 ± 20	71 ± 16	65 ± 19

Tab. 12) Kumulationslatenz rechts 44°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	72 ± 20	73 ± 20	72 ± 20			
- 10	70 ± 17	70 ± 17	70 ± 17			
- 15	69 ± 21	73 ± 21	71 ± 21	(n= 485)	(n= 384)	(n= 869)
- 20	68 ± 18	71 ± 20	69 ± 19	69 ± 18	72 ± 20	70 ± 19
- 25	70 ± 19	70 ± 20	70 ± 19			
- 30	70 ± 18	70 ± 21	70 ± 19			
- 35	68 ± 18	68 ± 18	68 ± 18	(n= 1631)	(n= 1120)	(n= 2752)
- 40	68 ± 19	70 ± 18	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 45	69 ± 20	69 ± 19	69 ± 19			
- 50	68 ± 18	71 ± 20	69 ± 19			
- 55	68 ± 19	69 ± 19	68 ± 19	(n= 2050)	(n= 1654)	(n= 3706)
- 60	67 ± 18	69 ± 20	68 ± 19	68 ± 19	70 ± 19	69 ± 19
- 65	68 ± 18	70 ± 21	69 ± 19			
- 70	71 ± 20	69 ± 18	70 ± 19			
- 75	72 ± 23	70 ± 18	71 ± 20	(n= 719)	(n= 736)	(n= 1455)
- 80	73 ± 21	68 ± 20	71 ± 21	70 ± 20	70 ± 19	70 ± 19
- 85	65 ± 19	63 ± 15	64 ± 17			
- 90	-	60 ± 15	64 ± 18			
- 95	-	-	-	(n= 16)	(n= 16)	(n= 32)
- 100	-	-	-	67 ± 20	62 ± 15	64 ± 17

Tab. 13) Kumulationslatenz rechts 30°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	63 ± 17	59 ± 12	62 ± 15			
- 10	70 ± 15	69 ± 17	70 ± 16			
- 15	67 ± 18	69 ± 20	68 ± 19	(n= 442)	(n= 346)	(n= 788)
- 20	68 ± 18	70 ± 18	69 ± 18	68 ± 17	69 ± 18	68 ± 18
- 25	70 ± 20	69 ± 20	70 ± 20			
- 30	68 ± 16	70 ± 19	69 ± 18			
- 35	68 ± 17	69 ± 18	68 ± 18	(n= 1461)	(n= 1033)	(n= 2495)
- 40	70 ± 19	71 ± 19	71 ± 19	69 ± 18	70 ± 19	69 ± 19
- 45	68 ± 19	69 ± 18	69 ± 18			
- 50	69 ± 18	70 ± 20	69 ± 19			
- 55	69 ± 19	70 ± 19	69 ± 19	(n= 1903)	(n= 1535)	(n= 3439)
- 60	67 ± 19	69 ± 19	68 ± 19	68 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 65	68 ± 19	69 ± 19	68 ± 19			
- 70	69 ± 17	66 ± 19	67 ± 18			
- 75	69 ± 22	70 ± 20	70 ± 21	(n= 666)	(n= 695)	(n= 1361)
- 80	68 ± 19	67 ± 17	67 ± 18	68 ± 19	68 ± 19	68 ± 19
- 85	58 ± 13	61 ± 18	60 ± 15			
- 90	-	63 ± 5	63 ± 5			
- 95	-	-	-	(n= 15)	(n= 15)	(n= 30)
- 100	-	-	-	58 ± 13	62 ± 15	60 ± 14

Tab. 14) Kumulationslatenz links 44°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	68 ± 22	70 ± 21	69 ± 21			
- 10	69 ± 19	67 ± 17	68 ± 18			
- 15	69 ± 17	69 ± 20	69 ± 18	(n= 481)	(n= 379)	(n= 860)
- 20	68 ± 19	70 ± 19	69 ± 19	69 ± 18	69 ± 19	69 ± 19
- 25	72 ± 20	68 ± 17	70 ± 19			
- 30	71 ± 19	70 ± 20	71 ± 19			
- 35	69 ± 19	67 ± 18	68 ± 18	(n= 1572)	(n= 1118)	(n= 2691)
- 40	68 ± 18	71 ± 20	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 45	69 ± 19	69 ± 19	69 ± 19			
- 50	69 ± 20	69 ± 20	69 ± 20			
- 55	68 ± 18	69 ± 19	68 ± 19	(n= 2035)	(n= 1650)	(n= 3687)
- 60	68 ± 19	70 ± 19	69 ± 19	68 ± 19	69 ± 19	69 ± 19
- 65	68 ± 20	68 ± 19	68 ± 19			
- 70	67 ± 18	66 ± 19	67 ± 18			
- 75	71 ± 20	69 ± 21	70 ± 20	(n= 719)	(n= 731)	(n= 1450)
- 80	70 ± 20	67 ± 16	68 ± 18	68 ± 19	67 ± 19	68 ± 19
- 85	56 ± 12	64 ± 20	60 ± 16			
- 90	-	68 ± 16	74 ± 20			
- 95	-	-	-	(n= 16)	(n= 17)	(n= 33)
- 100	-	-	-	59 ± 17	66 ± 19	63 ± 18

Tab. 15) Kumulationslatenz links 30°
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	32 ± 9	32 ± 10	32 ± 10			
- 10	40 ± 14	37 ± 11	39 ± 13			
- 15	39 ± 14	38 ± 14	39 ± 14	(n= 557)	(n= 424)	(n= 981)
- 20	44 ± 16	45 ± 17	44 ± 16	39 ± 14	37 ± 14	38 ± 14
- 25	44 ± 19	48 ± 19	46 ± 19			
- 30	47 ± 18	46 ± 19	46 ± 18			
- 35	48 ± 21	47 ± 19	48 ± 20	(n= 1197)	(n= 784)	(n= 1982)
- 40	47 ± 20	45 ± 19	46 ± 20	47 ± 20	46 ± 19	47 ± 19
- 45	47 ± 19	49 ± 21	47 ± 20			
- 50	47 ± 20	48 ± 19	47 ± 20			
- 55	46 ± 20	47 ± 19	47 ± 20	(n= 1542)	(n= 1185)	(n= 2729)
- 60	47 ± 20	47 ± 20	47 ± 20	47 ± 20	48 ± 20	47 ± 20
- 65	49 ± 20	45 ± 20	47 ± 20			
- 70	45 ± 19	46 ± 19	45 ± 19			
- 75	45 ± 19	43 ± 20	44 ± 19	(n= 540)	(n= 478)	(n= 1018)
- 80	47 ± 21	39 ± 20	44 ± 21	47 ± 20	45 ± 20	46 ± 20
- 85	47 ± 20	35 ± 18	41 ± 19			
- 90	-	29 ± 17	32 ± 17			
- 95	-	-	-	(n= 11)	(n= 12)	(n= 23)
- 100	-	-	-	47 ± 19	33 ± 17	39 ± 19

Tab. 16) Perrotatorische Frequenz rechts
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	34 ± 11	33 ± 10	34 ± 10			
- 10	38 ± 10	36 ± 12	37 ± 11			
- 15	38 ± 13	36 ± 15	37 ± 14	(n= 557)	(n= 432)	(n= 980)
- 20	42 ± 16	42 ± 16	42 ± 16	38 ± 13	36 ± 13	37 ± 13
- 25	43 ± 18	44 ± 18	43 ± 18			
- 30	42 ± 17	46 ± 17	44 ± 17			
- 35	44 ± 20	44 ± 18	44 ± 19	(n= 1201)	(n= 780)	(n= 1982)
- 40	44 ± 21	42 ± 18	43 ± 20	44 ± 19	44 ± 18	44 ± 19
- 45	44 ± 18	45 ± 18	44 ± 18			
- 50	44 ± 20	45 ± 17	44 ± 19			
- 55	42 ± 19	44 ± 19	43 ± 19	(n= 1538)	(n= 1180)	(n= 2720)
- 60	44 ± 20	47 ± 19	45 ± 20	43 ± 19	45 ± 18	44 ± 19
- 65	42 ± 19	42 ± 17	42 ± 18			
- 70	40 ± 19	41 ± 17	40 ± 18			
- 75	40 ± 18	43 ± 23	42 ± 21	(n= 542)	(n= 479)	(n= 1021)
- 80	44 ± 20	36 ± 15	40 ± 18	42 ± 19	41 ± 18	41 ± 19
- 85	41 ± 16	32 ± 16	37 ± 16			
- 90	-	36 ± 17	38 ± 15			
- 95	-	-	-	(n= 11)	(n= 13)	(n= 24)
- 100	-	-	-	42 ± 15	33 ± 16	37 ± 16

Tab. 17) Perrotatorische Frequenz links
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	29 ± 7	29 ± 11	29 ± 9			
- 10	27 ± 6	27 ± 8	27 ± 7			
- 15	24 ± 5	23 ± 6	23 ± 5	(n= 482)	(n= 365)	(n= 847)
- 20	24 ± 5	25 ± 6	25 ± 5	26 ± 6	26 ± 9	26 ± 8
- 25	26 ± 8	26 ± 9	26 ± 9			
- 30	25 ± 8	26 ± 10	25 ± 9			
- 35	24 ± 6	26 ± 8	25 ± 7	(n= 1080)	(n= 707)	(n= 1788)
- 40	24 ± 7	24 ± 6	24 ± 7	25 ± 7	25 ± 8	25 ± 8
- 45	26 ± 8	25 ± 8	25 ± 8			
- 50	25 ± 7	24 ± 7	24 ± 7			
- 55	23 ± 7	25 ± 7	24 ± 7	(n= 1400)	(n= 1074)	(n= 2475)
- 60	24 ± 7	24 ± 6	24 ± 7	24 ± 7	25 ± 7	24 ± 7
- 65	24 ± 7	24 ± 10	24 ± 8			
- 70	24 ± 8	23 ± 5	24 ± 7			
- 75	22 ± 9	24 ± 10	23 ± 10	(n= 495)	(n= 434)	(n= 929)
- 80	24 ± 9	22 ± 6	23 ± 8	24 ± 8	24 ± 8	24 ± 8
- 85	22 ± 5	19 ± 5	21 ± 5			
- 90	-	22 ± 6	22 ± 6			
- 95	-	-	-	(n= 10)	(n= 10)	(n= 20)
- 100	-	-	-	22 ± 5	20 ± 5	21 ± 5

Tab. 18) Perrotatorische Kumulation rechts
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	29 ± 8	27 ± 7	28 ± 8			
- 10	26 ± 7	27 ± 8	27 ± 7			
- 15	25 ± 6	23 ± 5	24 ± 6	(n= 478)	(n= 361)	(n= 839)
- 20	24 ± 6	24 ± 5	24 ± 6	26 ± 7	26 ± 7	26 ± 7
- 25	24 ± 8	24 ± 6	24 ± 7			
- 30	24 ± 7	27 ± 9	25 ± 8			
- 35	25 ± 7	26 ± 13	25 ± 10	(n= 1076)	(n= 704)	(n= 1780)
- 40	24 ± 10	24 ± 7	24 ± 9	24 ± 8	25 ± 9	25 ± 9
- 45	24 ± 7	25 ± 7	25 ± 7			
- 50	24 ± 10	25 ± 11	25 ± 10			
- 55	24 ± 8	25 ± 8	24 ± 8	(n= 1389)	(n= 1067)	(n= 2456)
- 60	24 ± 9	24 ± 7	24 ± 8	24 ± 9	25 ± 8	24 ± 9
- 65	23 ± 7	24 ± 7	23 ± 7			
- 70	23 ± 10	23 ± 7	23 ± 8			
- 75	20 ± 6	23 ± 15	22 ± 12	(n= 497)	(n= 430)	(n= 927)
- 80	23 ± 4	22 ± 6	22 ± 5	22 ± 8	23 ± 9	23 ± 9
- 85	22 ± 7	21 ± 5	22 ± 6			
- 90	-	22 ± 6	22 ± 6			
- 95	-	-	-	(n= 10)	(n= 11)	(n= 21)
- 100	-	-	-	22 ± 7	21 ± 5	22 ± 6

Tab. 19) Perrotatorische Kumulation links

m = männliche Patienten

w = weibliche Patienten

g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	5 ± 3	5 ± 2	5 ± 3			
- 10	8 ± 4	8 ± 3	8 ± 4			
- 15	8 ± 3	9 ± 4	8 ± 4	(n= 502)	(n= 366)	(n= 868)
- 20	10 ± 4	10 ± 4	10 ± 4	8 ± 4	7 ± 4	8 ± 4
- 25	11 ± 4	11 ± 6	11 ± 5			
- 30	11 ± 4	11 ± 5	11 ± 4			
- 35	12 ± 7	10 ± 5	11 ± 6	(n= 968)	(n= 631)	(n= 1600)
- 40	12 ± 5	11 ± 5	12 ± 5	11 ± 5	11 ± 5	11 ± 5
- 45	12 ± 5	11 ± 5	12 ± 5			
- 50	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5			
- 55	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5	(n= 1237)	(n= 934)	(n= 2173)
- 60	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5
- 65	13 ± 7	12 ± 5	13 ± 6			
- 70	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5			
- 75	12 ± 5	13 ± 10	13 ± 8	(n= 426)	(n= 368)	(n= 794)
- 80	12 ± 5	12 ± 6	12 ± 5	13 ± 6	12 ± 6	12 ± 6
- 85	12 ± 5	9 ± 5	10 ± 5			
- 90	-	11 ± 5	11 ± 4			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	11 ± 5	9 ± 5	10 ± 5

Tab. 20) Postrotatorische Schlagsumme rechts 5 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	10 ± 4	10 ± 4	10 ± 4			
- 10	14 ± 7	14 ± 6	14 ± 6			
- 15	16 ± 7	16 ± 7	16 ± 7	(n= 501)	(n= 367)	(n= 868)
- 20	20 ± 6	19 ± 7	19 ± 7	15 ± 7	14 ± 7	14 ± 7
- 25	21 ± 8	21 ± 8	21 ± 8			
- 30	21 ± 8	22 ± 8	21 ± 8			
- 35	23 ± 10	20 ± 8	21 ± 9	(n= 963)	(n= 629)	(n= 1593)
- 40	22 ± 10	22 ± 8	22 ± 9	22 ± 9	21 ± 8	21 ± 9
- 45	22 ± 8	22 ± 9	22 ± 8			
- 50	23 ± 9	23 ± 8	23 ± 9			
- 55	23 ± 10	23 ± 9	23 ± 9	(n= 1232)	(n= 930)	(n= 2164)
- 60	23 ± 9	23 ± 8	23 ± 9	23 ± 9	23 ± 8	23 ± 9
- 65	24 ± 9	22 ± 8	23 ± 8			
- 70	22 ± 8	22 ± 9	22 ± 9			
- 75	23 ± 9	23 ± 9	23 ± 9	(n= 426)	(n= 368)	(n= 794)
- 80	22 ± 10	23 ± 9	22 ± 10	23 ± 9	22 ± 9	23 ± 9
- 85	22 ± 10	20 ± 7	21 ± 8			
- 90	-	21 ± 3	21 ± 2			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 8)	(n= 17)
- 100	-	-	-	22 ± 9	20 ± 6	21 ± 8

Tab. 21) Postrotatorische Schlagsumme rechts 10 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	17 ± 7	17 ± 6	17 ± 7			
- 10	25 ± 11	25 ± 10	25 ± 11			
- 15	29 ± 12	28 ± 12	29 ± 12	(n= 494)	(n= 357)	(n= 851)
- 20	35 ± 11	35 ± 13	35 ± 12	26 ± 12	25 ± 12	25 ± 12
- 25	36 ± 14	38 ± 14	37 ± 14			
- 30	38 ± 14	39 ± 14	38 ± 14			
- 35	40 ± 16	37 ± 14	39 ± 16	(n= 951)	(n= 622)	(n= 1574)
- 40	39 ± 16	39 ± 14	39 ± 15	39 ± 15	38 ± 14	38 ± 15
- 45	39 ± 14	40 ± 15	40 ± 15			
- 50	41 ± 15	39 ± 14	40 ± 15			
- 55	41 ± 16	40 ± 14	40 ± 16	(n= 1217)	(n= 931)	(n= 2150)
- 60	41 ± 15	40 ± 14	40 ± 15	40 ± 15	40 ± 14	40 ± 15
- 65	41 ± 15	37 ± 14	39 ± 15			
- 70	39 ± 15	39 ± 16	39 ± 15			
- 75	38 ± 15	40 ± 15	39 ± 15	(n= 417)	(n= 364)	(n= 781)
- 80	41 ± 15	38 ± 15	39 ± 15	40 ± 15	38 ± 15	39 ± 15
- 85	41 ± 16	33 ± 13	38 ± 15			
- 90	-	40 ± 1	39 ± 1			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 8)	(n= 17)
- 100	-	-	-	41 ± 15	35 ± 11	38 ± 13

Tab. 22) Postrotatorische Schlagsumme rechts 20 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patientem gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	23 ± 9	23 ± 8	23 ± 9			
- 10	33 ± 15	33 ± 13	33 ± 14			
- 15	39 ± 15	38 ± 16	38 ± 16	(n= 470)	(n= 338)	(n= 808)
- 20	46 ± 15	46 ± 17	46 ± 15	35 ± 16	33 ± 16	34 ± 16
- 25	49 ± 19	51 ± 18	50 ± 19			
- 30	51 ± 19	53 ± 19	52 ± 19			
- 35	53 ± 20	49 ± 20	52 ± 20	(n= 906)	(n= 603)	(n= 1510)
- 40	53 ± 21	52 ± 18	53 ± 20	52 ± 20	51 ± 19	52 ± 20
- 45	51 ± 19	54 ± 21	52 ± 20			
- 50	54 ± 20	53 ± 18	54 ± 19			
- 55	54 ± 21	54 ± 18	54 ± 20	(n= 1157)	(n= 897)	(n= 2056)
- 60	55 ± 20	52 ± 20	53 ± 20	54 ± 20	53 ± 19	54 ± 20
- 65	53 ± 19	49 ± 18	51 ± 19			
- 70	50 ± 20	51 ± 21	51 ± 20			
- 75	48 ± 20	50 ± 20	49 ± 20	(n= 405)	(n= 358)	(n= 763)
- 80	54 ± 18	49 ± 18	52 ± 18	52 ± 19	50 ± 19	51 ± 19
- 85	55 ± 19	39 ± 20	48 ± 21			
- 90	-	53 ± 1	52 ± 2			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 9)	(n= 18)
- 100	-	-	-	55 ± 18	42 ± 18	48 ± 19

Tab. 23) Postrotatorische Schlagsumme rechts 30 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	5 ± 3	5 ± 2	5 ± 3			
- 10	8 ± 5	8 ± 4	8 ± 4			
- 15	9 ± 4	9 ± 4	9 ± 4	(n= 506)	(n= 369)	(n= 875)
- 20	11 ± 8	10 ± 4	11 ± 7	8 ± 6	7 ± 4	8 ± 5
- 25	12 ± 5	11 ± 5	12 ± 5			
- 30	12 ± 8	12 ± 4	12 ± 6			
- 35	12 ± 5	11 ± 5	12 ± 5	(n= 973)	(n= 631)	(n= 1605)
- 40	12 ± 6	12 ± 4	12 ± 5	12 ± 6	11 ± 4	12 ± 5
- 45	12 ± 4	12 ± 4	12 ± 4			
- 50	13 ± 7	12 ± 5	13 ± 6			
- 55	12 ± 5	12 ± 5	12 ± 5	(n= 1236)	(n= 940)	(n= 2178)
- 60	13 ± 5	13 ± 5	13 ± 5	13 ± 5	12 ± 5	12 ± 5
- 65	13 ± 6	12 ± 4	13 ± 5			
- 70	13 ± 5	12 ± 4	13 ± 5			
- 75	13 ± 4	13 ± 5	13 ± 5	(n= 425)	(n= 371)	(n= 796)
- 80	14 ± 5	13 ± 4	13 ± 5	13 ± 5	13 ± 4	13 ± 5
- 85	12 ± 4	11 ± 6	12 ± 5			
- 90	-	14 ± 5	14 ± 4			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	13 ± 4	11 ± 6	12 ± 5

Tab. 24) Postrotatorische Schlagsumme links 5 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	10 ± 5	10 ± 4	10 ± 5			
- 10	15 ± 10	15 ± 6	15 ± 8			
- 15	17 ± 6	17 ± 7	17 ± 7	(n= 508)	(n= 372)	(n= 880)
- 20	21 ± 7	20 ± 8	20 ± 7	16 ± 8	14 ± 7	15 ± 8
- 25	22 ± 8	23 ± 10	22 ± 9			
- 30	23 ± 8	22 ± 7	22 ± 8			
- 35	24 ± 8	22 ± 8	23 ± 8	(n= 973)	(n= 631)	(n= 1605)
- 40	23 ± 9	23 ± 7	23 ± 8	23 ± 9	22 ± 8	23 ± 8
- 45	24 ± 8	23 ± 7	23 ± 8			
- 50	24 ± 9	24 ± 8	24 ± 9			
- 55	24 ± 9	24 ± 8	24 ± 8	(n= 1239)	(n= 936)	(n= 2177)
- 60	24 ± 9	24 ± 9	24 ± 9	24 ± 9	24 ± 8	24 ± 8
- 65	25 ± 9	23 ± 8	24 ± 8			
- 70	24 ± 9	23 ± 8	24 ± 9			
- 75	24 ± 8	25 ± 9	25 ± 9	(n= 426)	(n= 372)	(n= 798)
- 80	26 ± 10	24 ± 7	25 ± 9	25 ± 9	24 ± 8	24 ± 9
- 85	23 ± 8	20 ± 11	21 ± 10			
- 90	-	21 ± 7	23 ± 5			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	23 ± 8	20 ± 10	22 ± 9

Tab. 25) Postrotatorische Schlagsumme links 10 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	18 ± 7	18 ± 7	18 ± 7			
- 10	26 ± 12	26 ± 10	26 ± 11			
- 15	31 ± 11	29 ± 11	30 ± 11	(n= 502)	(n= 368)	(n= 870)
- 20	37 ± 12	35 ± 13	36 ± 12	28 ± 13	25 ± 12	27 ± 13
- 25	39 ± 14	40 ± 14	39 ± 14			
- 30	40 ± 13	40 ± 13	40 ± 13			
- 35	41 ± 14	40 ± 14	41 ± 14	(n= 966)	(n= 627)	(n= 1594)
- 40	40 ± 16	41 ± 13	41 ± 15	40 ± 14	40 ± 14	40 ± 14
- 45	42 ± 14	42 ± 13	42 ± 14			
- 50	43 ± 15	42 ± 14	43 ± 13			
- 55	43 ± 15	42 ± 13	43 ± 14	(n= 1232)	(n= 931)	(n= 2165)
- 60	43 ± 16	42 ± 14	42 ± 15	43 ± 15	42 ± 14	42 ± 14
- 65	44 ± 15	41 ± 14	42 ± 14			
- 70	42 ± 15	41 ± 15	41 ± 15			
- 75	41 ± 13	43 ± 16	42 ± 15	(n= 423)	(n= 370)	(n= 793)
- 80	44 ± 16	40 ± 13	43 ± 15	43 ± 15	41 ± 15	42 ± 15
- 85	40 ± 14	34 ± 16	37 ± 15			
- 90	-	38 ± 5	43 ± 10			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	42 ± 14	35 ± 14	38 ± 14

Tab. 26) Postrotatorische Schlagsumme links 20 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	24 ± 10	23 ± 8	24 ± 9			
- 10	34 ± 13	35 ± 14	34 ± 14			
- 15	41 ± 16	38 ± 15	40 ± 15	(n= 487)	(n= 364)	(n= 851)
- 20	49 ± 16	46 ± 18	48 ± 17	37 ± 17	33 ± 16	35 ± 17
- 25	52 ± 19	54 ± 17	53 ± 18			
- 30	52 ± 17	53 ± 18	53 ± 17			
- 35	54 ± 19	53 ± 19	54 ± 19	(n= 944)	(n= 616)	(n= 1561)
- 40	55 ± 22	54 ± 18	54 ± 20	54 ± 19	54 ± 18	54 ± 19
- 45	55 ± 19	56 ± 18	55 ± 19			
- 50	57 ± 19	56 ± 18	56 ± 19			
- 55	57 ± 19	56 ± 18	57 ± 19	(n= 1200)	(n= 918)	(n= 2120)
- 60	57 ± 22	55 ± 20	56 ± 21	57 ± 20	56 ± 18	56 ± 19
- 65	57 ± 19	54 ± 17	56 ± 19			
- 70	55 ± 21	54 ± 20	54 ± 20			
- 75	55 ± 16	57 ± 23	56 ± 20	(n= 416)	(n= 363)	(n= 779)
- 80	57 ± 21	50 ± 16	54 ± 19	56 ± 19	54 ± 19	55 ± 19
- 85	53 ± 17	44 ± 19	48 ± 18			
- 90	-	51 ± 5	58 ± 14			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	55 ± 18	46 ± 17	50 ± 18

Tab. 27) Postrotatorische Schlagsumme links 30 Sekunden
m = männliche Patienten
w = weibliche Patienten
g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	0,774 ± 0,225	0,799 ± 0,241	0,786 ± 0,233			
- 10	0,773 ± 0,224	0,804 ± 0,213	0,785 ± 0,220			
- 15	0,806 ± 0,176	0,755 ± 0,189	0,783 ± 0,183	(n= 468)	(n= 336)	(n= 804)
- 20	0,761 ± 0,179	0,806 ± 0,222	0,776 ± 0,196	0,775 ± 0,203	0,793 ± 0,223	0,783 ± 0,212
- 25	0,775 ± 0,186	0,792 ± 0,214	0,782 ± 0,197			
- 30	0,816 ± 0,214	0,825 ± 0,211	0,820 ± 0,212			
- 35	0,764 ± 0,228	0,828 ± 0,219	0,789 ± 0,226	(n= 905)	(n= 600)	(n= 1506)
- 40	0,790 ± 0,206	0,792 ± 0,218	0,791 ± 0,211	0,785 ± 0,211	0,808 ± 0,216	0,794 ± 0,213
- 45	0,774 ± 0,227	0,810 ± 0,212	0,788 ± 0,222			
- 50	0,774 ± 0,252	0,775 ± 0,255	0,775 ± 0,252			
- 55	0,783 ± 0,247	0,789 ± 0,211	0,786 ± 0,231	(n= 1154)	(n= 895)	(n= 2051)
- 60	0,763 ± 0,215	0,750 ± 0,293	0,757 ± 0,254	0,774 ± 0,237	0,780 ± 0,245	0,777 ± 0,240
- 65	0,721 ± 0,209	0,743 ± 0,256	0,730 ± 0,229			
- 70	0,733 ± 0,173	0,770 ± 0,203	0,752 ± 0,189			
- 75	0,641 ± 0,476	0,742 ± 0,196	0,701 ± 0,342	(n= 405)	(n= 355)	(n= 760)
- 80	0,853 ± 0,448	0,638 ± 0,185	0,773 ± 0,385	0,723 ± 0,278	0,747 ± 0,225	0,734 ± 0,254
- 85	0,885 ± 0,258	0,726 ± 0,148	0,817 ± 0,226			
- 90	-	0,838 ± 0,135	0,822 ± 0,100			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 8)	(n= 17)
- 100	-	-	-	0,875 ± 0,244	0,754 ± 0,145	0,818 ± 0,207

Tab. 28) Postrotatorische Kennliniensteigung rechts

m = männliche Patienten w = weibliche Patienten g = alle Patienten gemeinsam

Alter (Jahre)	m	w	g	m	w	g
bis 5	0,788 ± 0,231	0,799 ± 0,268	0,793 ± 0,250			
- 10	0,769 ± 0,268	0,822 ± 0,225	0,790 ± 0,253			
- 15	0,769 ± 0,176	0,766 ± 0,154	0,767 ± 0,166	(n= 487)	(n= 362)	(n= 849)
- 20	0,790 ± 0,174	0,787 ± 0,197	0,789 ± 0,182	0,782 ± 0,214	0,794 ± 0,228	0,787 ± 0,220
- 25	0,779 ± 0,194	0,813 ± 0,257	0,792 ± 0,220			
- 30	0,778 ± 0,228	0,780 ± 0,208	0,779 ± 0,220			
- 35	0,765 ± 0,188	0,806 ± 0,181	0,781 ± 0,186	(n= 944)	(n= 615)	(n= 1560)
- 40	0,772 ± 0,196	0,806 ± 0,189	0,786 ± 0,194	0,773 ± 0,200	0,802 ± 0,206	0,784 ± 0,203
- 45	0,762 ± 0,187	0,827 ± 0,177	0,786 ± 0,186			
- 50	0,778 ± 0,268	0,777 ± 0,228	0,777 ± 0,251			
- 55	0,792 ± 0,232	0,799 ± 0,221	0,796 ± 0,227	(n= 1198)	(n= 916)	(n= 2116)
- 60	0,782 ± 0,229	0,776 ± 0,209	0,779 ± 0,220	0,778 ± 0,232	0,793 ± 0,213	0,784 ± 0,224
- 65	0,747 ± 0,235	0,765 ± 0,175	0,754 ± 0,213			
- 70	0,745 ± 0,184	0,755 ± 0,162	0,750 ± 0,173			
- 75	0,760 ± 0,178	0,731 ± 0,162	0,743 ± 0,169	(n= 416)	(n= 361)	(n= 777)
- 80	0,757 ± 0,202	0,671 ± 0,171	0,723 ± 0,193	0,749 ± 0,212	0,749 ± 0,169	0,749 ± 0,193
- 85	0,756 ± 0,108	0,839 ± 0,281	0,797 ± 0,210			
- 90	-	0,813 ± 0,159	0,860 ± 0,138			
- 95	-	-	-	(n= 9)	(n= 10)	(n= 19)
- 100	-	-	-	0,778 ± 0,120	0,834 ± 0,254	0,807 ± 0,199

Tab. 29) Postrotatorische Kennliniensteigung links

m = männliche Patienten w = weibliche Patienten g = alle Patienten gemeinsam

(1. + 2. Stelle)	(3. + 4. Stelle) 00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	36,68	3,45	3,15	3,35	2,25	0,15	2,72	0,10	1,99
01	2,84	0,90	0,22	1,81	1,55	0,06	0,10	0,01	0,18
02	2,99	0,25	1,08	0,16	0,08	-	1,18	0,10	1,47
10	3,19	2,01	0,17	0,57	0,81	0,01	0,44	0,08	0,18
11	1,54	0,95	0,06	0,74	3,29	0,01	0,10	-	0,04
12	0,08	0,04	0,02	0,01	0,02	-	0,07	0,04	0,04
20	3,38	0,13	1,44	0,40	0,08	0,02	0,91	-	1,25
21	0,10	0,02	0,02	0,06	0,04	0,01	0,01	-	0,05
22	1,56	0,17	1,35	0,12	0,10	-	1,49	0,04	3,92

Tab. 30) Verteilung der prozentualen Häufigkeit aller möglichen Schmetterlingsmuster in unserem Kollektiv NODEC III

(1. - 3. Stelle)	(4. - 6. Stelle) 000	001	002	010	011	012	020	021	022
000	28,70	2,07	1,47	2,15	0,62	0,04	1,38	0,04	0,46
001	1,44	0,10	0,84	0,30	0,04	0,02	0,06	0,02	0,20
002	1,73	0,24	0,04	0,10	0,18	-	0,18	-	-
010	2,33	0,56	0,10	0,32	0,16	-	0,18	0,02	0,06
011	0,54	0,16	0,16	0,06	-	-	-	0,02	0,06
012	0,18	0,02	-	0,02	0,02	-	-	-	-
020	3,11	-	0,22	0,12	-	-	0,20	-	0,12
021	0,02	-	0,06	0,02	-	-	-	-	0,08
022	1,28	0,08	-	0,18	0,04	-	-	-	-
100	1,28	0,20	0,22	0,64	0,16	-	0,10	-	0,04
101	0,32	-	0,26	0,10	0,02	0,02	-	-	0,02
102	0,06	0,02	-	0,02	-	-	0,02	-	-
110	1,06	0,32	0,16	0,40	0,20	-	0,06	-	0,02
111	0,36	0,02	0,18	0,16	0,04	0,04	0,04	-	0,08
112	0,02	0,04	-	-	0,02	-	0,02	0,02	-
120	0,02	-	-	0,02	-	-	-	-	-
121	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	0,04	0,02	-	-	-	-	-	-	-
200	3,05	0,16	0,20	0,04	0,02	-	0,36	-	0,06
201	0,04	-	0,04	-	0,02	-	-	-	-
202	0,48	0,04	-	0,02	0,04	-	0,08	0,02	-
210	0,04	0,04	-	0,02	-	-	0,02	-	-
211	-	-	-	-	-	-	-	-	-
212	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	2,25	0,04	0,20	0,04	0,02	-	0,18	-	0,02
221	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
222	0,86	-	-	-	-	-	0,10	-	-

Tab. 31) Verteilung der prozentualen Häufigkeit aller möglichen RIDT-Muster in unserem Kollektiv NODEC III
1. Teil

(1. - 3. Stelle)	(4. - 6. Stelle)								
	100	101	102	110	111	112	120	121	122
000	1,49	0,30	0,10	0,12	0,02	-	0,84	0,06	0,16
001	2,03	0,14	0,36	0,22	0,02	0,02	0,54	-	0,60
002	-	0,02	-	-	-	-	0,02	-	-
010	0,22	0,08	0,02	0,02	0,02	-	0,32	-	0,06
011	0,34	-	0,22	0,04	-	-	0,08	-	0,08
012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
020	0,04	-	-	-	-	-	0,06	-	0,02
021	0,04	-	-	0,02	-	-	-	-	0,02
022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	0,54	0,04	0,04	0,16	0,02	0,02	0,32	0,02	0,06
101	0,78	0,08	0,30	0,12	0,04	0,04	0,22	0,04	0,32
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	0,74	0,26	0,10	0,02	0,06	-	0,26	0,06	0,10
111	0,92	0,14	0,54	0,08	0,02	-	0,36	0,02	0,80
112	0,04	-	-	-	-	-	0,02	-	-
120	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
121	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	0,08	0,02	-	-	-	-	-	-	-
201	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
202	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-
210	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-
211	-	-	-	-	-	-	-	-	-
212	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
221	-	-	-	-	-	-	-	-	-
222	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 31) Verteilung der prozentualen Häufigkeit aller möglichen RIDT-Muster in unserem Kollektiv NODEC III
2. Teil

(1. - 3. Stelle)	(4. - 6. Stelle)								
	200	201	202	210	211	212	220	221	222
000	2,09	0,14	0,08	0,36	0,08	-	-	-	-
001	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
002	0,84	0,08	0,02	0,26	0,16	-	-	-	-
010	0,22	0,02	0,02	0,04	0,04	-	-	-	-
011	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
012	0,04	0,02	-	0,02	0,04	-	-	-	-
020	0,68	-	0,04	0,04	0,02	-	-	-	-
021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
022	0,88	0,02	-	0,24	0,06	-	-	-	-
100	0,06	-	-	0,04	0,02	-	-	-	-
101	-	-	-	-	-	-	-	-	-
102	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	0,04	0,06	-	-	-	-	-
111	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
112	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-
121	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	0,02	0,02	-	0,02	-	-	-	-	-
200	1,38	0,08	0,06	0,04	0,02	-	0,02	-	-
201	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	0,96	0,12	0,04	0,06	0,04	-	-	-	-
210	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
211	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-
212	0,06	-	-	0,02	-	-	-	-	-
220	1,18	-	0,18	0,06	-	-	0,04	-	-
221	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
222	3,25	0,12	0,08	0,1[illegible]	0,10	-	0,04	-	-

Tab. 31) Verteilung der prozentualen Häufigkeit aller möglichen RIDT-Muster in unserem Kollektiv NODEC III
3. Teil

VII. LITERATURVERZEICHNIS

AANTAA, E.: Caloric test with air.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 224: 82 - 85 (1967)

ASCHAN, G.: Clinical vestibular examinations and their results.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 224: 56 - 67 (1967)

ASCHAN, G., BERGSTEDT, M., STAHLE, J.: Nystagmography.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 129: 1 - 103 (1956)

AUST, G.: Über den klinischen Wert der Nystagmusdauer.
HNO (Berlin) 20: 86 - 88 (1972)

AUST, G.: Über das elektronystagmographisch registrierte Nystagmussignal.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 88 - 109 (1975)

AUST, G.: Aequilibriometrische Befunde bei der Auswahl der europäischen Astronauten.
Aus: Differentialdiagnosis of vertigo.
Editor: C.F. Claussen
(Walter de Gruyter - Berlin - New York 1980)

AUST, G., CLAUSSEN, C.F.: Elektronystagmographische Untersuchungen zur calorischen Latenz.
Arch. Oto-Rhino-Laryng. 209: 69 - 82 (1975)

BADER, W., KORNHUBER, H.H.: Großhirnläsionen und vestibulärer Nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 60: 197 - 206 (1965)

BARANY, R.: Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhytmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.
Mschr. Ohrenheilkunde 40: 193 - 297 (1906)

BARTUAL, J.: Vestibular nystagmus physiology.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 51 - 87 (1975)

BERGSTEDT, M.: Vestibular clinical examination with use of electronystagmography.
Aerospace Medicine 35: 884 - 887 (1964)

BERGSTEDT, M.: Stepwise change of amplitude and frequency of vestibular nystagmus.
Adv. Oto-Rhino-Laryng. 19: 304 - 310 (1973)

BOCHENEK, Z., GROMOWA, L.: Elektronystagmographische Untersuchungen der Drehreizschwelle bei Normalfällen.
Pract. oto-rhino-laryng. 29: 118 - 128 (1967)

BRUNER, A., NORRIS, T.W.: Age-related changes in caloric nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 282: 1 - 24 (1971)

CAWTHORNE, T.E., FITZGERALD, G., HALLPIKE, C.S.: Studies in human vestibular function: II. Observations on the directional preponderance of caloric nystagmus ("Nystagmusbereitschaft") resulting from unilateral labyrinthectomy.
Brain 65: 138 - 160 (1942)

CLAUSSEN, C.F.: Das Frequenzmaximum des kalorisch ausgelösten Nystagmus I als Kennlinienfunktion des geprüften Vestibularorgans.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 67: 639 (1969)

CLAUSSEN, C.F.: Die quantitative Vestibularisprüfung - eine audiogrammanaloge Auswertung von Nystagmusbefunden (Schmetterlingsschema).
Z. Laryng. Rhinol. 48: (1969)

CLAUSSEN, C.F.: Über die Aufzeichnung und Auswertung ausgewählter quantitativer Gleichgewichtsfunktionsprüfungen.
Habilitationsschrift, Berlin (1970)

CLAUSSEN, C.F.: Über die quantitative klinische Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik mit Hilfe systematischer Auswertungsmodelle.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 199 (1971)
Teil II: Kongreßbericht Reichenhall (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT) und seine Auswertung mit Hilfe des L-Schemas.
Arch. klin. exp. Ohren-,Nasen-,Kehlkopfheilk. 197: 351 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Neue Wege der Rationalisierung, Auswertung und Dokumentation in der Vestibulometrie.
Z. Laryng. Rhinol. Otol. 50: 68 - 77 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Audiogrammanaloge Auswertungsschemata in der Vestibulometrie.
HNO 19: 276 - 282 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Die systematische Auswertung von Elektronystagmogrammen, die Auswahl von repräsentativen Parametern und die Berechnung von Normbereichen.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 460 - 490 (1975)

CLAUSSEN, C.F.: Über den Schwindel.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 1 - 16 (1975)

CLAUSSEN, C.F., AUST, G.: Über das kalorisch ausgelöste Nystagmussignal.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-,Kehlkopfheilk. 203, 255, (1973)

CLAUSSEN, C.F.: Über eine Computerdatei mit 3500 Patientendatensätzen als Entscheidungshilfe bei der Bewertung neurootologischer Anamnesen und Funktionsprüfungen (NODEC I).
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 205: 376 - 380 (1973)

CLAUSSEN, C.F., LÜHMANN, M.v.: Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik.
Edition m+p Dr. Werner Rudat, Hamburg und Neu-Isenburg, 1976

CLAUSSEN, C.F., SCHLACHTA, I.v., CLAUSSEN, E.: Über neue Wege der klinischen Auswertung von Elektronystagmogrammen in der Neurootologie.
Ber. dtsch. Ophthalmol. Ges. 71: 460 - 465 (1972)

COATS, A.C.: Directional preponderance and unilateral weakness.
Ann. Otol. (St. Louis) 74: 655 - 668 (1965)

COLLINS,W.E., GUEDRY, F.E.: Duration of angular acceleration and ocular nystagmus from cat and man.
I. Responses from the lateral and the vertical canals to two stimulus durations.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 64: 373 - 387 (1967)

COLLINS, W.E., GUEDRY, F.E.: Duration of angular acceleration and ocular nystagmus from cat and man.
II. Responses from the lateral canals to varied stimulus durations.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 65: 257 - 269 (1968)

DITTRICH, F.L., WILMOT, T.J.: Threshold testing of vestibular function.
J. Laryng. (London) 79: 888 - 892 (1965)

DOHLMANN, G.: Physikalische und physiologische Studien zur Theorie des kalorischen Nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 5: 1 - 196 (1925)

EGMOND, A.A.J.VAN, GROEN, J.J., JONGKEES, L.B.W.: The turning test with small regulable stimuli I.
J. laryng.-otol. 62: 63 (1948)

EGMOND, A.A.J.VAN, GROEN, J.J., JONGKEES, L.B.W.: The mechanism of the semicircular canal.
J. Physiol. 110, 1 (1949)

ESTELRRICH, P.R.: Über die praktische Durchführung der Vestibularisfunktion mittels Wasser oder Gas.
Verh. Ges. Neutootol. Aequ. 1: 234 - 251 (1975)

FITZGERALD, G., HALLPIKE, C.S.: Studies in human vestibular function: I. Observation on the directional preponderance of caloric nystagmus resulting from cerebral lesions.
Brain 65: 115 - 137 (1942)

FLUUR, E., MENDEL, L., LAGERSTRÖM, L.: Reproducibility of duration of latency time in unidirectional perrotatory nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 62: 118 - 124 (1966)

FLUUR, E., MENDEL, L.: Relation between strength of acceleration and duration of postacceleratory nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 68: 127 - 136 (1969)

FLUUR, E., MENDEL, L.: Reproducibility of duration of postacceleratory nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 68: 201 - 214 (1969)

FLUUR, E., MENDEL, L.:Crescendo time for per-rotatorily elicited nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 69: 239 - 246 (1970)

FORGACS, P., KOVACS, F.: Über den Zusammenhang der Intensität des calorischen Reizes und der thermischen Frequenz des calorischen Nystagmus.
Fül-Orr-Gege-Gyoyaszet 10: 135 - 138 (1964)

FRENZEL, H.: Vestibularisstörungen.
Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-nat. Reihe 13: 909 - 912 (1964)

GRAMOWSKI, K.H., UNGER, E.: Die Bedeutung der Seitenreihenfolge bei thermischen Labyrinthprüfungen.
Z. Laryng. Rhinol. 45: 681 - 686 (1966)

HAAS, E.: Zur Frage der Altersabhängigkeit der Drehreizschwelle.
Z. Laryng. Rhinol. 43: 238 - 246 (1964)

HACISKA, D.T.: The influence of drugs on caloric induced nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 75: 477 - 484 (1973)

HALLPIKE, C.S.: The caloric tests.
J. Laryng. (London) 70: 15 (1956)

HENNING, H.: Über die Auswahl und Anlage von Elektronystagmographieelektroden.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 135 - 148 (1975)

HENRIKSSON, N.G.: Speed of slow component and duration in caloric nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 125: 1 - 29 (1956)

HINCHCLIFFE, R.: Validity of measures of caloric test response.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 63: 69 - 73 (1967)

HINCHCLIFFE, R.: A comparison of measurements from the clinical caloric test with those from the test using electro-oculographic recordings.
J. Laryng. (London) 81: 215 - 219 (1967)

HINCHCLIFFE, R.: Nystagmus rate as an index of caloric test response.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 65: 311 - 315 (1968)

HORTMANN, G.: Über technische Besonderheiten gebräuchlicher Elektronystagmographiegeräte.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 120 - 134 (1975)

INO, H., OKAMOTO, K.: Über die Latenzzeit des kalorischen Nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 179: 56 - 71 (1963)

JONGKEES, L.B.W.: Origin of the caloric reaction of the labyrinth.
Arch. Oto-Laryng. 48: 645 - 657 (1948)

JONGKEES, L.B.W.: Value of the caloric test of the labyrinth.
Arch. Oto-Laryng. 48: 402 - 417 (1948)

JONGKEES, L.B.W.: Elektronystagmographie.
HNO (Berlin) 12: 325 - 329 (1964)

JONGKEES, L.B.W., GROEN, J.J.: The nature of the vestibular stimulus.
J. laryng. otol. 61: 529 (1946)

JONGKEES, L.B.W., GROEN, J.J.: La stabilité de l' homme.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 35: 327 - 351 (1947)

JONGKEES, L.B.W., MAAS, J.P., PHILIPSZOON, A.J.: Clinical nystagmography.
Pract. oto-rhino-laryng. 24: 65 - 93 (1962)

JONGKEES, L.B.W., PHILIPSZOON, A.J.: Electronystagmography.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 189: 1 - 111 (1964)

LANG, J.: Anatomische Grundlagen des vestibulären Gleichgewichts.
Verh. Ges. Neutootol. Aequ. 1: 17 - 50 (1975)

LANSBERG, M.P.: On standardisation of the vestibular examination.
Pract. oto-rhino-laryng. 25: 333 - 338 (1963)

LORENTE DE NO: Einiges zur Labyrinthphysiologie.
Acta otolaryng. (Stockholm) 11: 301 - 340 (1927)

LORENTE DE NO: Labyrinthreflexe auf die Augenmuskeln nach einseitiger Labyrinthexstirpation.
(Wien 1927)

MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L.: Vestibular hyperreflexia and fast habituation.
Laryngoscope 76: 1493 - 1501 (1966)

MASPETIOL, R., KERAVEC, J.: Etude du coefficient de correlation entre les differentes mesures du nystagmus post-calorique.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 79: 909 - 913 (1962)

MEHRBOD, M.: Statistische Auswertung des experimentellen rotatorischen Nystagmus an Gesunden.
Mschr. Ohrenheilk. 103: 416 (1969)

MILOJEVIC, B.: Electronystagmographical study of vertigo.
Pract. oto-rhino-laryng. 29: 85 - 94 (1967)

MILOJEVIC, B., WATSON, J.L.: Vestibular asymmetries in right- and left-handed people.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 60: 322 - 330 (1965)

NIEDBALLA, R.: Über eine Kalorisation der horizontalen Bogengänge mittels Gaseinblasung und dem daraus resultierenden nystagmischen Re- bzw. Decruitment.
Dissertation, Med. Fakultät Würzburg (1974)

NORRIS, C., RUBIN, W.: Notes on nystagmography.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 85: 265 - 268 (1967)

PFALTZ, C.R.: Quantitative parameters in nystagmography.
ORL 36: 46 - 52 (1974)

PULEC, J.L.: Clinical electronystagmography.
Laryngoscope 78: 2033 - 2048 (1968)

RUBIN, W.: Nystagmography.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 87: 266 - 271 (1968)

SCHOTT, E.: Über die Registrierung des Nystagmus und anderer Augenbewegungen vermittels des Saitengalvanometers.
Dtsch. Arch. klin. Med. 140: 79 - 90 (1922)

STAHLE, J.: Electronystagmography in the caloric and rotatory test.
Acta oto-laryng. (Stockholm) Suppl. 137: 1 - 83 (1958)

STAHLE, J., BERGMAN, B.: The caloric reaction in Menière's disease; an electronystagmographical study in 300 patients.
Laryngoscope 77: 1629 - 1643 (1967)

TIETZE, G.: Beziehungen zwischen Parametern bei sägezahnähnlichen Nystagmuskurven.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-,Kehlkopfheilk. 195: 121 - 137 (1969)

TOROK, N.: Significance of the frequency in caloric nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 36: 38 - 50 (1948)

TOROK, N.: The culmination phenomenon and frequency pattern of thermic nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 48: 530 - 535 (1957)

TOROK, N.: Some observations on culmination and directional preponderance of the poststimulatory nystagmus.
Laryngoscope 72: 79 - 103 (1962)

TOROK, N.: Nystagmus parameters of various rotatory stimuli.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 62: 109 - 117 (1966)

TOROK, N.: Nystagmus frequency versus slow phase velocity in rotatory and caloric nystagmus.
Ann. Otol. (St. Louis) 78: 625 - 639 (1969)

TOROK, N.: Quantitative parameters in nystagmography.
ORL 36: 37 - 45 (1973)

TOROK, N., NYKIEL, F.: Frequency meter for nystagmus analysis.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 54: 363 - 368 (1962)

TOROK, N., DERBYSHIRE, A.J.: Computation of the nystagmogram.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 65: 70 - 78 (1968)

WIRTH, G.: Kalorische und rotatorische Untersuchungen bei hörrestigen und gehörlosen Kindern.
Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 49: 237 - 242 (1970)

Statistisches Jahrbuch 1980 für die BRD.
Herausgeber: Statistisches Bundesamt Wiesbaden
Verlag: W. Kohlhammer GmbH / Stuttgart + Mainz

Herrn Prof. Dr. C.F. Claussen gilt mein aufrichtiger Dank für die freundliche Überlassung des Themas, die Anleitung und die geduldige Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und der Auswertung der Ergebnisse.

Ebenso geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. W. Kley für die Übernahme des Korreferates.

Für die Hilfe bei der organisatorischen Abwicklung bin ich Frau I. von Schlachta und Herrn J. Galvani sehr dankbar.

Herrn F. Kirchner danke ich für die Erstellung der Programme.

LEBENSLAUF

Am 20.5.1953 wurde ich in Dortmund als Sohn des Diplomingenieurs Volkmar Schaller und seiner Ehefrau Esterina, geb. Pinto, geboren.

Die Volksschule besuchte ich ab 1960 in Bensberg-Refrath und ab 1961 in Ludwigshafen/Rhein.

1964 trat ich in das Staatliche Theodor-Heuss-Gymnasium in Ludwigshafen ein, welches ich im Mai 1972 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Vom 2.1. bis 31.3.1973 absolvierte ich die Grundausbildung als Sanitätssoldat und den Sanitätslehrgang I beim 5.San.Btl. 310 in Hermeskeil, Hochwaldkaserne.

Im April 1973 immatrikulierte ich mich an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität in Würzburg für das Studium der Humanmedizin, welches ich im Dezember 1980 erfolgreich abschloß. Die Approbation erhielt ich am 20.1.1981.

Stefan Schaller

Würzburg, den 20.9.1981 (Stefan Schaller)